



Vattendraget på Kåbo golfbana

- en kartläggning som ett steg i golfklubbens miljöarbete

Hanna Almqvist och Maria Carlevi

Kandidatuppsats i miljövetenskap, 15 hp
Handledare: Mats Linde

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för hydroteknik

Rapport 7
Report

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Hydrotechnics

Uppsala 2008
ISSN 1653 6797 (online)

Denna uppsats är ett kandidatarbete i miljövetenskap av Maria Carlevi och Hanna Almqvist. Uppsatsen är skriven på uppdrag av Kåbo Golfklubb som ett led i deras miljöarbete.

Under arbetets gång har vi fått mycket hjälp och uppmuntran från många personer. Vi skulle vilja rikta ett speciellt stort tack till vår handledare Mats Linde, Ingela Berggren, miljösamordnare på Kåbo Golfklubb och Momir Trivic, greenkeeper på klubben. Dessutom vill vi tacka Gunnel Alvenäs, Christian Demandt, Jenny Kreuger, Tom Ericsson, Jan Johansson, Yvonne Byström, Kjell Johansson, Göran Thor, Mikael Östlund, Mats Larsbo och Jan Lindström.

SAMMANFATTNING

I detta kandidatarbete har en kartläggning av vattendraget på Kåbo golfbana i Uppsala utförts. Syftet med arbetet har varit att ta reda på vattnets status och hur det påverkats av golfklubbens verksamhet och att ta fram åtgärdsförslag för att skapa bättre förutsättningar för vattenmiljön på och omkring banan. Arbetet är en del av Kåbo Golfklubbs miljöarbete och ett led i deras arbete för att i framtiden få Svenska Golf förbundets miljödiplom.

Arbetet är baserat dels på litteraturstudier, dels på fältarbete, såsom vattenanalyser och vattenmätningar. Arbetet fokuseras på de miljömål SGF identifierat som relevanta för golfens verksamhet och på de strategiska miljömål golf förbundet tagit fram.

Antalet öppna vatten i det svenska landskapet har minskat kraftigt de senaste 200 åren vilket gör det extra viktigt att bevara de vatten som finns kvar. Denna kartläggning visade att vattendraget på Kåbo golfbana är ett viktigt inslag i landskapet, då det finns ont om våtmarker i området, vilka kan vara habitat för ett stort antal arter. Bäckarna och dammarna på Kåbo golfbana har också andra viktiga funktioner. De fungerar som vattenhinder i spelet och tillför variation och svårighet till banan. Eftersom Kåbo Golfklubb vill att vattnen på banan ska vara estetiskt tilltalande ser man kraftig alg tillväxt och torrläggning av vattendraget under delar av året som problem. En tredje viktig funktion vattendraget har är att det kan fungera som näringsfälla genom att binda fosfor och kväve.

Våra analyser visade att näringshalterna i vattendraget var höga och att dessa näringsämnen i huvudsak har sitt ursprung i golfverksamheten, framförallt genom användning av felaktigt sammansatta gödselmedel. Sedimentet hade låga halter av fosfor och kväve, vilket visar på att sedimentation inte är en viktig näringshållande process. Den kraftiga alg tillväxten tyder på att det istället är vattenväxter som tar upp en stor del av näringen. Metallhalterna i vattnet var inte oroväckande höga, dock var halterna av vissa metaller förhöjda. Några av dessa, som till exempel järn och koppar kommer från gödselmedlen men ursprunget till de förhöjda halterna av vanadin är okänt. Kåbo golfbana besprutas med fungicider, men provtagningar tre månader efter senaste fungicidapplikationen visade att fungicidhalterna i vattnet var detekterbara men under riktvärdena. Proverna togs genom punktmätningar, och fortsatta vattenprover med avseende på kväve, fosfor, metaller och fungicider skulle ge en bättre bild av vattendragets status.

Genom arbetet har en rad åtgärdsförslag tagits fram:

- Större vattenväxter kan planteras längs bäckens och dammarnas strandzon för att ta upp näring ur vattnet och minska alg tillväxten
- Vattenväxterna bör skördas och komposteras tillsammans med gräsklipppet från greener och tees.
- De befintliga skyddsmiljöerna för grodor och salamandrar inom 100 m från vattendraget bör bevaras
- För att minska risken för näringsutlakning kan ett gödselmedel som bättre uppfyller gräsets näringsbehov användas. Att använda en gödselstrategi som "behovsanpassad gödsling" skulle kunna minska risken för utlakning ytterligare.
- Dräneringsrören från greenerna kan rensas för att få ett slutet system där utlakade näringsämnen kan återanvändas
- Den läckande dammväggen kan tätas med bentonitlera.

Nyckelord: Kåbo golfklubb, golfbanor, dammar, vattenkvalitet, kväve, fosfor, järn, vanadin, fungicider, miljödiplom.

ABSTRACT

This degree project studied surface waters on Kåbo Golf Course in Uppsala, Sweden, with the aim of determining the status of the water and how it is affected by the activities of the golf club, and to obtain suggestions of measures to create better conditions for the water environment on and around the golf course. The project forms part of the environmental protection work of Kåbo Golf Club, which is working towards achieving environmental certification from the Swedish Golf Association (SGF).

The study is based on literature studies and quantitative and qualitative field studies of water on the golf course, with the focus on environmental factors identified as being important for the golf industry and on strategic environmental goals developed by SGF.

The number of open water bodies in the Swedish landscape has substantially declined during the past 200 years, so it is important to save those that remain. This study showed that the surface water at Kåbo Golf Course is an important element in the surroundings since the area contains few wetlands, which can be a habitat for large numbers of species. The stream and ponds on Kåbo Golf Course also have the important function of serving as water hazards in the game and adding difficulty and variety to the course. Since Kåbo Golf Club wants its surface waters to look aesthetically appealing, extensive algal growth and drying up of ponds during parts of the year are regarded as problems. A third important function of surface waters is that they can act as a nutrient trap by binding phosphorus and nitrogen.

Our analyses showed that nutrient levels in the surface waters were high and that these nutrients generally originated from golfing activities, mainly the use of inappropriate fertiliser for the grass. The sediment had a low phosphorus and nitrogen content, suggesting that sedimentation is not a major nutrient sink. The extensive algal growth indicates that algae take up a large part of the nutrients. While the metal content of the water was not alarmingly high, some metals were present in elevated concentrations. Some, e.g. iron and copper, come from the fertiliser but the source of elevated concentrations of vanadium is unknown. Kåbo Golf Course is sprayed with fungicides, but at sampling three months after the last fungicide application, fungicide levels in surface waters were detectable but below guideline values. However point measurements were used here and continuous water sampling for nitrogen, phosphorus, metals and fungicides could provide a better picture of water status.

The results obtained show that to create better conditions for the water environment on and around the golf course:

- Large aquatic plants can be used along stream and pond edges to take up nutrients from the water and to reduce algal growth.
- Water plants should be harvested and co-composted with grass clippings from greens and tees.
- Frog and salamander protection zones within 100 m of surface water should be maintained.
- To reduce the risk of nutrient leaching, a fertiliser that better fulfills the grass requirements could be used. Using a fertilizer strategy that is more adjusted to the seasonal nutrient requirements of the grass would also reduce the risk of leaching.
- Drainage tubes from the greens could be cleaned to provide a closed system where leached nutrients can be recycled.
- Pond walls should be sealed with Bentonite clay.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	5
2. MATERIAL OCH METODER.....	6
2.1 Litteraturstudier.....	6
2.2 Vattenkemi.....	6
2.3 Vattenvolym.....	6
2.4 Vattenföring	6
2.5 Surhetstillstånd.....	7
2.6 Sedimentprov och – djup	7
2.7 Avrinningsområde.....	7
3. GOLFSPORTENS HISTORIA	8
4. SVENSKA GOLFFÖRBUNDETS MILJÖARBETE	9
4.1 Miljödiplom	9
5. KÅBO GOLFBANA	10
5.1 Områdesbeskrivning	10
5.2 Jordarter	10
5.3 Historia.....	10
6. VÅTMARKER.....	11
6.1 Golfbanedammar.....	11
6.2 Vattendragets sträckning.....	12
6.3 Avrinningsområdet	12
6.4 Kåbo Golfklubbs dammar.....	13
6.4 Kåbo Golfklubbs dammar.....	14
6.5 Våtmarker som näringsfällor	15
6.8 Vattenkemi.....	20
7. GOLFBANANS SKÖTSEL	24
7.1 Greenuppbyggnad och dränering	24
7.2 Gräs	25
7.3 Bevattning	25
7.4 Bekämpningsmedel.....	26
7.5 Gödsling och näringsämnen.....	30
8. SUMMERING.....	34
8.1 Åtgärdsförslag.....	34
8.2 Uppföljning	35
8.3. Slutsats	36
9. REFERENSER.....	37
10. APPENDIX.....	41

1. INLEDNING

Golfsporten har idag omkring 600 000 aktiva utövare på mer än 450 golfanläggningar. Sveriges golfbanor upptar arealer på mer än 30 000 ha (Strandberg, 2005). För att upprätthålla en god spelkvalitet på golfbanorna sköts dessa ofta intensivt med klippning, gödsling och bekämpningsmedelsanvändning. Miljöproblem som förknippas med golfsporten är övergödning, förorening av mark och vattendrag, exploatering av värdefulla naturområden och konflikter med det rörliga friluftslivet. Men golfbanor kan också innebära en positiv miljöpåverkan. Exempel på detta är att de bildar gröna kilar i landskapet där växt- och djurarter kan sprida sig eller att de utgör viktiga livsmiljöer för land- och vattenlevande djur. Med sina många utövare och sin arealkrävande verksamhet, utgör golfsporten en stor aktör i samhället och därmed följer ett ansvar att arbeta för en hållbar utveckling. Sedan flera år tillbaka har Svenska Golf förbundet (SGF) aktivt arbetat för att miljöanpassa skötsel och drift av golfanläggningar. För att stimulera golfklubbarnas miljöarbete har SGF tagit fram ett miljödiplom som delas ut till golfklubbar som arbetar för att främja en god miljö (SGF, 2000b).

Denna kandidatuppsats är skriven på uppdrag av Kåbo Golfklubb som ett led i deras miljöarbete. 2007 tillsatte golfklubben en miljökommitté för att påbörja arbetet med miljöfrågor (Berggren, I., pers. medd., 2008). Målet med klubbens miljöarbete är att så småningom få SGF:s miljödiplom.

Framtiden för Kåbo golfbana är osäker. Golfbanan står under flyttshot eftersom kommunen och Akademiska hus, som klubben arrenderar marken av, vill använda området till en utvidgning av Uppsala Campus (Uppsala kommun, 2000/20084-1). Klubben menar att golfbanan är del av en viktig grön kil i staden och att den har en viktig roll som länk mellan naturområdena Stadsskogen och Kronparken (Berggren, I. pers. medd., 2008).

Arbetet med kandidatuppsatsen har koncentrerats kring att kartlägga vattendraget på golfbanan, som består av den lilla bäcken Kronbäcken och två dammar, och de faktorer som påverkar vattendragets status och miljö. Golfbanan har problem med läckage från en av dammarna, låg vattennivå och kraftig algbloomning i vattendraget under somrarna (Trivic, M. pers. medd., 2008c).

Dammar och bäckar på golfbanor har flera viktiga funktioner. De fungerar som vattenhinder i golfspelet och höjer rekreationsvärdet på banan. Dessutom kan de ha högt biologiskt värde med stor artrikedom och de binder näringsämnen och bekämpningsmedel som dräneras ut från golfbanan. Sveriges landskap har förändrats mycket de senaste 200 åren och en av förändringarna har varit en kraftig minskning av våtmarksarealen (Naturvårdsverket, 2007a). Detta har lett till att statens stöd för torrläggning av våtmarker har skiftat till att idag ge stöd för återställning och anläggning av våtmarker. Vattendraget på Kåbo Golfbana faller under kategorin småvatten eller våtmark och i dess närområde finns det bara ett fåtal ytterligare våtmarker. Detta innebär att vattendraget kan ha ett högt värde för den biologiska mångfalden på platsen.

Vi har i denna uppsats utgått från de strategiska miljömål som SGF har tagit fram och arbetat utifrån två huvudsakliga frågeställningar:

Vad är vattendragets status?

Vilka åtgärder kan genomföras för att förbättra vattenmiljön?

Arbetet har bestått av litteratur- och kartstudier, intervjuer och diskussioner med sakkunniga, provtagningar och mätningar av det aktuella vattendraget.

2. MATERIAL OCH METODER

Nedan följer en beskrivning av material och metoder. För utförligare beskrivning av provtagningsmetoder och en karta över provtagningspunkter se Appendix.

2.1 Litteraturstudier

Litteraturstudien inleddes med att gå igenom rapporter, artiklar och andra examensarbeten, för att få en bild av vad som redan finns skrivet inom uppsatsens ämnesområde. En stor del av litteraturen har hittats i dessa arbetens referenslistor. Mycket av informationen till uppsatsen har även hämtats från skrifter utgivna av SGF och från deras hemsida samt från en rad andra officiella hemsidor.

2.2 Vattenkemi

Sammanlagt har tio vattenprover tagits varav tre till fungicidanalys, sex till fosfor-, kväve- och TOC-analys och ett till metallanalys. Proverna togs cirka 30 cm under vattenytan 1,5 m från strandkanten. Proverna lämnades för analys till det ackrediterade laboratoriet på institutionen för miljöanalys vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala.

Fungicidproverna togs i mitten av april, ett i vardera dammen och ett i Kronbäckens utflöde vid Nedre Föret (se figur 6). Samtidigt togs metallprovet i den södra dammen. Fosfor-, kväve- och TOC-proverna togs i två omgångar, fyra stycken i mitten av april och två stycken i början av maj efter det att banan fått sin första gödselgiva för året. Vid första provtagningstillfället av fosfor, kväve och TOC togs ett prov i vardera dammen, ett prov i det uppumpade grundvattnet och ett prov i bäckens utflöde vid Nedre Föret. Vid andra provtagningstillfället togs ett prov i vardera dammen.

2.3 Vattenvolym

Vattenvolymen mättes i båda dammarna i mitten av april. Vattendjupet mättes i tvärsnitt över dammen med 1-7 meter mellan varje tvärsnitt. Dammarnas bredd och längd mättes och utifrån dessa värden togs en uppskattad vattenvolym fram.

2.4 Vattenföring

Vattenföringsbestämning utfördes med en flottörmätod. Metoden går ut på att man mäter den tid det tar för ett föremål att flyta med vattnet en viss sträcka och med denna information räknar ut vattnets flöde. Mätningen utfördes två gånger med en månads mellanrum i slutet av april och slutet av maj. Anledningen till att vattenföringen inte mättes vid samma tillfälle som övriga prover var att vindhastigheten var för hög vid dessa tillfällen och flottörmätoden är mycket känslig för vindpåverkan.

2.5 Surhetstillstånd

Tolv vattenprover togs för att mäta pH. Två prover togs i vardera dammen, sex stycken på olika platser i bäcken, ett i det uppumpade grundvattnet och ett i bäckens utflöde till Fyrisån vid Nedre Föret. pH mättes i laboratorium med hjälp av en standard pH-meter.

2.6 Sedimentprov och – djup

Sedimentprov togs i början av maj. Ett prov togs i den norra dammen och tre prov i bäcken. Proverna togs med hjälp av en rörhämtare. Kväve, fosfor och kol analyserades i de översta tre centimeterna av sedimentet. Proverna lämnades in för analys vid institutionen för ekologi och evolution, avdelning limnologi på Uppsala Universitet.

I samband med sedimentprovtagningen gjordes en subjektiv uppskattning av sedimentlagrets djup i bäcken och i dammarna.



Figur 1. Sedimentprovtagning med rörhämtare i Kronbäcken (Foto: Almqvist).

2.7 Avrinningsområde

Vattendragets avrinningsområde bedömdes med hjälp av kartor och en fältvandring, som utfördes i början av maj. De kartor som användes var Svenska orienteringsförbundets karta "*Stadsskogen*" (Uppsala OL-allians, 1999) och "*Primärkarta*" över området från Uppsala kommun (Uppsala kommun, 2007b). Avrinningsområdesbedömningen utfördes av rapportskrivarna och baseras på synligt ytvatten. Gunnel Alvenäs, hydrolog, hjälpte till vid kartbedömningen.

3. GOLFSPORTENS HISTORIA

En golfliknande aktivitet utövades redan under sen medeltid i Holland och Skottland. Skottland ses ofta som golfens ursprungsland och det var antagligen på de skotska sandängarna som golfen utvecklades till den sport den är idag. De första golfklubbarna bildades i Edinburgh och St Andrews på 1700-talet. Till Sverige nådde sporten först i slutet av 1800-talet och idag är den spridd över hela världen. Sverige är, tillsammans med de brittiska öarna, USA och Nya Zeeland, ett av de länder där golfen är populärast (Svenska Golfmuseet, 2008). När golfen kom till Sverige var det främst en sport för välbärgade och fram till andra världskriget utvecklades sporten långsamt. Det var först efter andra världskriget, i och med industrialiseringen och välfärdsutvecklingen som golfens utbredning kom igång ordentligt. De senaste decennierna har golfförbundets medlemmar ökat explosionsartat från drygt 80 000 i slutet av 70-talet till dagens omkring 600 000 spelare (Svenska Golfmuseet, 2008).



Figur 2. Kåbo golfbana (Foto: Almqvist).

4. SVENSKA GOLFFÖRBUNDETS MILJÖARBETE

För att bidra till en hållbar samhällsutveckling har Svenska Golfbundet formulerat en miljövision som lyder *"att tillhandahålla golfanläggningar av hög standard, garantera ett hållbart nyttjande av naturresurser samt bidra till en hälsosam miljö"*. I sitt miljöarbete har SGF valt att utgå från de nationella miljömålen. Vidare har SGF identifierat 11 av dessa miljömål som relevanta för golfens verksamhet och samlat dem i fem grupper (Strandberg, 2005):

- Ingen övergödning samt giftfrimiljö
- Grundvatten av god kvalitet
- Rika naturmiljöer och levande kulturlandskap
- God bebyggd miljö och god hälsa
- Begränsad klimatpåverkan och frisk luft (Strandberg, 2005)

I denna uppsats fokuserar vi oss främst på det som berör målen *"Ingen övergödning samt giftfri miljö"*, *"Grundvatten av god kvalitet"* och *"Rika naturmiljöer och levande kulturlandskap"*. För dessa tre mål har SGF även tagit fram några strategiska miljömål (Strandberg, 2005). De som är av betydelse för denna uppsats om vattendraget på Kåbo golfbana är:

De nationella miljömålen (Miljömålsportalen, 2007)

Begränsad klimatpåverkan
Frisk luft
Bara naturlig försurning
Giftfri miljö
Skyddande ozonskikt
Säker strålmiljö
Ingen övergödning
Levande sjöar och vattendrag
Grundvatten av god kvalitet
Hav i balans samt levande kust och skärgård
Myllrande våtmarker
Levande skogar
Ett rikt odlingslandskap
Storslagen fjällmiljö
God bebyggd miljö
Ett rikt växt- och djurliv

- att golfanläggningens design, konstruktion och skötsel optimeras i syfte att minimera användning och utlakning av växtnäring, kemiska växtskyddsmedel och andra för miljön skadliga ämnen
- att majoriteten av Sveriges golfanläggningar använder dammar och våtmarker för rening av näringsrikt och förorenat vatten
- att undvika att använda grundvatten som bevattningsvatten
- att skapa förutsättningar för god vattenkvalitet
- att öka precisionen vid bevattning och minimera användningen av vatten
- att alla golfanläggningar ska bidra till att bevara och öka landskapets natur- och kulturvärden och gynna den biologiska mångfalden (Strandberg, 2005)

Som stöd för klubbarnas miljöarbete har SGF tagit fram ett förenklat miljöledningssystem, *Arbetsbok Miljö* (SGF, n.d.). Arbetsboken innehåller olika fokusområden med tips för hur miljöarbete kan bedrivas. Utifrån arbetsboken kan klubbarna upprätta en miljöplan för hur de ska minska sin miljöpåverkan eller förbättra förutsättningarna för en god miljö.

4.1 Miljödiplom

För att stimulera detta miljöarbete delar SGF ut ett miljödiplom. Miljödiplomet har delats ut sedan 1999 och i mars 2008 hade 129 av SGF:s 474 golfklubbar fått miljödiplomet (SGF 2008b). För att få diplom krävs att man har upprättat en miljöpolicy, som beskriver vad man vill uppnå på lång sikt. Dessutom ska man ha en övergripande handlingsplan, en så kallad miljöplan. Denna ska innehålla mätbara mål, vilka aktiviteter som ingår i miljöarbetet och kontinuerlig revision. Det är viktigt att klubbens medlemmar aktivt deltar i miljöarbetet. En svaghet med miljödiplomet är att det inte kräver någon uppföljning av miljöarbetet. Diplomet delas ut som en engångsbetygelse och det finns inga krav på att klubben måste fortsätta sitt miljöarbete för att få behålla diplom. Förbundet ser miljödiplomet som ett

första steg i klubbarnas miljöarbete. En fortsättning kan sedan vara att certifieras enligt något internationellt miljöcertifieringssystem (SGF, n.d.).

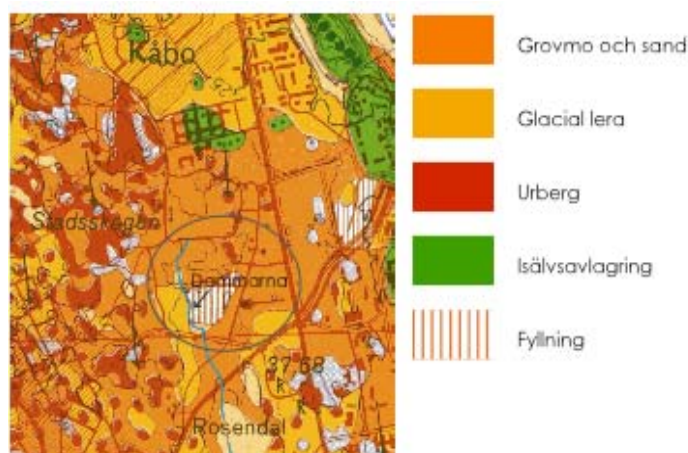
5. KÅBO GOLFBANA

5.1 Områdesbeskrivning

Kåbo golfbana är en stadsnära parkbana som ligger på Rosendalsfältet två kilometer söder om Uppsala centrum. Banan ligger på 59°N, 17°Ö, cirka 25 meter över havet. Banan och området omkring är flackt, skillnaden mellan dess högsta och lägsta punkt är cirka 3 m (Uppsala OL-allians, 1999). Golfbanan gränsar till de speciellt skyddsvärda naturområdena Stadsskogen i väster och Kronparken i öster (Uppsala kommun, n.d.). Golfanläggningen är ungefär 18 ha stor och inrymmer en 9-hålsbana, en driving range, ett klubbhus och ett golftält. Marken har ingått i "*Carlshage*" som är ett område som donerades till Uppsala stad 1570. Marken har sedan dess skiftat mellan att tillhöra kronan och Uppsala stad. Det finns en lång tradition av skjutövningar på platsen, troligtvis ända sen Karl XI:s tid. På den västra sidan av driving rangen finns en skjutvall kvar från 1896 då en skjutbana invigdes på området (Uppsala kommun, 2000/20084-1). Delar av området har även fungerat som tipp för byggmassor från byggnationerna av Uppsala Akademiska sjukhus (Trivic, M., pers. medd., 2008a).

5.2 Jordarter

Driving rangen och golfbanans norra delar domineras av jordarterna grovmo och sand. De sydöstra delarna öster om dammarna är täckt med glacial lera och väster om vattendraget finns ett område som har en fyllning av byggmassor (SGU, 1992). Figur 3 visar en jordartskarta över området.



Figur 3. Jordartskarta över Kåbo Golfklubb (SGU, 1992).

5.3 Historia

På 1980-talet startade Martin Söderberg driving rangen på platsen och tog senare initiativet till att bygga golfbanan. Utan formellt godkännande började banan byggas 1986 och stod klar 1987. Kåbo golfklubb bildades 1986 (SGF, 2007b). Banan designades av Mikael Wallin och SH-bygg stod för byggnationerna (Söderberg, M., pers. medd., 2008). Några år efter att golfbanan byggdes togs verksamheten över av klubbens medlemmar (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Klubbens ambition är att ha en välskött stadsnära bana som uppskattas av amatörgolfare och ungdomar.

6. VÅTMARKER

Sveriges landskap har förändrats mycket de senaste 200 åren. En av förändringarna har inneburit att våtmarksarealen har minskat kraftigt. Mängder av sjöar och våtmarker har påverkats av sjösänkning, dikning och uppodling. Omkring en fjärdedel av Sveriges ursprungliga våtmarker har försvunnit. Detta har varit negativt för biodiversiteten. Från 1840-talet fram till 1970 gav staten stöd för torrläggning av jordbruksmark. Under senare år har dock våtmarkernas betydelse uppmärksamrats och idag finns istället statliga stöd för återställning och anläggning av våtmarker (Naturvårdsverket, 2007a).

Dammarna och bäcken på Kåbo golfbana är en sorts våtmarker. Våtmark är ett samlingsnamn för flera fuktiga och blöta naturtyper; myrar, strandmiljöer, sumpskogar, fuktängar, fukthedar och småvatten. Dammarna på golfbanan är exempel på småvatten (Naturvårdsverket, 2007b).

6.1 Golfbanedammar

Dammar som inslag i golfbanemiljön kan ha flera olika funktioner. I spelet fungerar dammarna som vattenhinder som bidrar till att golfspelandet på banan blir mer varierat och utmanande. Vatteninslag har också en estetisk funktion och höjer rekreationsvärdet på banan. Dammar kan vara habitat åt en mängd växt- och djurarter och kan därför vara viktiga för den biologiska mångfalden och de kan fungera som effektiva näringsfällor och därmed minska övergödningen av sjöar och hav. Vattnet i dammar kan dessutom renas från tungmetaller, bekämpningsmedel och partiklar när dessa binds in i vegetation och sediment (Naturvårdsverket, 2006). En våtmark som är effektiv som näringsfälla är ofta inte det bästa habitatet ur biodiversitetssynpunkt. För att skapa ett vatten som fungerar bra både i golfspelet och ur miljösynpunkt bör alla de ovan nämnda egenskaperna tas i beaktande vid skötseln av dammarna och banan.

6.2 Vattendragets sträckning

Vattendraget som går över Kåbo Golfbana kallas för Kronbäcken. Bäckens startar i den nordligaste delen av banan, där den är omkring två meter bred. Bäckens fortsätter söderut över golfbanan i omkring 300 m. I slutet av bäcken är två dammar anlagda. Den nordligaste dammen, damm 1, är omkring 60 m lång och 15 m bred. Den sydligaste dammen, damm 2, är omkring 25 m lång och 10 m bred. Efter dammarna fortsätter vattnet vidare i ett täckt dike till ett närliggande dike som rinner längre österut. Vattnet fortsätter sedan söderut genom jordbrukslandskapet, öster om Bäcklösa och Vipängen, för att sedan svänga av och nå Fyrisån vid Nedre Föret. Hela bäcken, från dess start i norra delen av golfbanan tills den rinner ut i Fyrisån, är omkring fyra km lång. Figur 4 visar vattendragets sträckning. Fyrisån rinner i sin tur ut i Ekoln, Mälarens nordligaste fjärd, och Mälaren rinner ut i Östersjön.



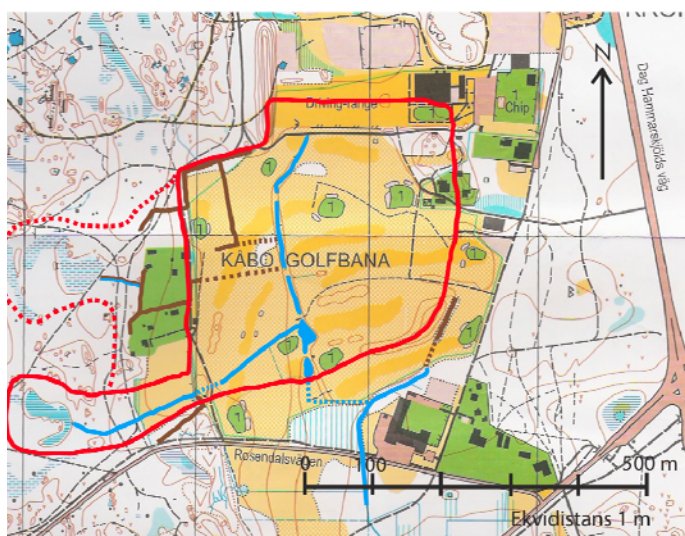
Figur 4. Vattendragets sträckning från golfbanan till Fyrisån (Karta: Lantmäteriet 2001).

6.3 Avrinningsområdet

Området kring Kåbo golfbana är mycket flackt. Inga dräneringskartor har hittats, vilket innebär att bedömningen av avrinningsområdet endast är baserad på synligt ytvatten och topografi. Detta ger en relativt stor osäkerhetsfaktor i bedömningen av avrinningsområdets storlek.

Figur 5 visar avrinningsområdet för en punkt längst nedströms i damm 2. Röd markering visar vattendelare. Bruna markeringar visar diken som vid fältvandringen var torrlagda. Fältvandringen utfördes i början av maj. Eftersom vattenståndet vid denna tid på året är högt gjordes bedömningen att om ett dike var torrt vid denna tidpunkt är det torrt hela eller i princip hela året. Blå markeringar visar på vattenförande diken. Streckade blå och bruna linjer symboliserar kända täckdiken och streckad röd linje symboliserar en eventuell vattendelare vid högre vattenstånd.

Figuren visar att vattendragets avrinningsområde är omkring 16 ha stort och utgörs till största del av golfbanan. Det betyder att de eventuella föroreningar som hittas i vattenprover kommer från golfbanans verksamhet. Delar av sydöstra Stadsskogen kan ingå i avrinningsområdet vid högt vattenstånd. Den östligaste delen av golfbanan ingår inte i avrinningsområdet, utan vatten härifrån rinner ner i ett dike i sydöstra delen av golfbanan. Detta vatten ansluter till vattnet från Kronbäcken och dammarna vid golfbanans södra gräns. Norra halvan av driving rangen ingår inte i avrinningsområdet. Här rinner vattnet norrut till ett dike längs med rangens norra sida.



Figur 5. Avrinningsområde en punkt längst nedströms i damm 2 (Grundkarta: Uppsala OL-allians, 1999).

6.4 Kåbo golfbanas dammar

Damm 1 anlades 1986 och damm 2 cirka 1992 (Trivic, M., 2008b). Enligt en volymsberäkning som utfördes i mitten av april 2008 är dammarnas gemensamma vattenvolym 687 m^3 (563 m^3 i damm 1 och 124 m^3 i damm 2) (se Appendix IV). Vid ett tidigare tillfälle har dammarnas volym uppmätts till 300 m^3 (Lundin, 1996). Den stora skillnaden mellan de två uppmätningarna kan bero på att vattenståndet vid mätningen i april i år var mycket högt. En volymsskillnad på 387 m^3 ($687 \text{ m}^3 - 300 \text{ m}^3$) i dammarna ger en vattennivåskillnad på omkring 50 cm (se Appendix IV). Lundin (1996) redovisar inte hur volymen 300 m^3 beräknats.

6.4.1 Läckage

Sedan 1994 har man haft problem med läckage i damm 1. Läckaget gör att vattennivån sjunker till omkring 60 cm under maxnivån. Läckaget i dammen beror antagligen på att jordmassorna inte är helt täta. Detta gör att vattnet långsamt sipprar från dammen genom mindre sandskikt i marken som grävts fram vid restaureringar av dammarna (Lundin, 1996). Sådana läckage kan ibland läka sig själva genom att växtrester och deras nedbrytningsprodukter lägger sig som ett tätande lager på dammbotten. Grövre jordarter, som grov sand, grus eller sten tätas dock inte naturligt (Feuerbach, 2004). Borrningar och provtagningar har gjorts runt dammarna som visat att marken består av en växellagring av sand och lera där sandinslaget ökar mot djupet. Runt dammarna är dessa jordlager störda och jorden består av en blandning av olika fyllningar med lera, matjord, sand, sten och byggrester. De grova materialen i fyllningarna är med största sannolikhet anledningen till läckaget (Lundin, 1996). Grova material bör täckas med duk (Feuerbach, 2004). Kåbos dammar är täckta med duk, men duken är uppfläkt i kanterna, och det är där läckageproblemen finns. Ett sätt att komma till rätta med problemen med läckage från damm 1 är att sprida ut torkad minerallera, så kallad bentonit. Denna kastas ut i vattnet längs med strandkanterna och när den sjunker följer den med vattnet in i sprickorna, sväller upp och täpper igen (Feuerbach, 2004). Efter bentonitspridningen bör man försöka fästa dammduken vid dammkanterna så att den inte flyter upp till vattenytan. I damm 2 hade man 1996 inga problem med läckage (Lundin, 1996).

6.4.2 Vattenstånd

Eftersom diken på Kåbo golfbana under sommaren är näst intill torrlagda har klubben en önskan att öka vattenvolymen. Ur biologisk synvinkel är det mycket värdefullt med variabla vattennivåer. Det stressar strandvegetationen så att både fuktälskande och torktoleranta arter kan konkurrera om växtplatsen. Fler växtarter ger i sin tur fler insekter och andra småkryp (Feuerbach, 2004).

Om man ändå vill höja vattennivån kan en lösning vara att leda närliggande vattendrag eller täckdiken till vattendraget (Feuerbach, 2004). Detta kan innebära vissa svårigheter eftersom nivåskillnaderna är små på golfbanan och det måste finnas en viss nivåskillnad för att vattnet ska rinna. Dessutom måste det finnas diken i närheten varifrån vattnet kan ledas. Det är svårt att säga om det finns sådana diken i golfbanans närhet eftersom inga dräneringskartor har hittats. Under fältvandring i området upptäcktes inte heller några öppna diken som låg tillräckligt nära för att det skulle vara ekonomiskt möjligt att leda vattnet därifrån till vattendraget. Så länge som golfbanan står under flyttthot är det dessutom ekonomiskt ohållbart att dra nya, kostsamma vattenledningar.

Ett annat sätt att öka tillförseln av vatten kan vara att skölja igenom dräneringsrören som idag är igentäppta. Detta görs genom att en sköljningsslang långsamt förs in i dräneringsröret. Sköljningsslangen är försedd med ett speciellt munstycke som har flera hål ur vilka vatten spolats mot dräneringsrörets väggar. På så sätt kan rörets perforeringar rengöras och material som täppt igen rören avlägsnas (Dräneringscentralen RF, 2001).

6.4.3 Vattenföring

Vattenföringen i Kronbäcken uppmättes genom ytfloktörmätning till 0,0215 m³/s. Floktörmeter används främst när det är fråga om grövre uppskattningar och bör endast användas då ingen annan metod är tillgänglig eller ekonomiskt försvarbar (SMHI/Naturvårdsverket, 1979). I vårt fall krävs det inte mer än en grov uppskattning, eftersom vi endast gör två mätningar på våren, och vattenföringen varierar med året. Mer exakta metoder kräver ofta högre vattenföring och vattenföringen i Kronbäcken är mycket låg. Trots att förhållandevis vindstilla dagar valdes för floktörmätningen finns ändå en risk att floktören blev påverkad av vind. Den andra flödesmätningen utfördes en dryg månad efter att volymmätningen utfördes. Vattennivån hade då sjunkit, vilket innebär att även flödet bör ha minskat. En annan felkälla kan vara k-värdet i ekvationen (se Appendix IV). Detta värde utgör överlag en stor osäkerhetsfaktor vid ytfloktörmätningar (SMHI/Naturvårdsverket, 1979), eftersom uppskattningen av vilket värde som ska användas kan vara svår.

Normalt kan man räkna med 30-70 % fel vid denna typ av mätningar. Om vi räknar med maximal felmarginal blir flödet $0,0065 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q \leq 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.4.4 Retentionstid

Volymen i dammarna är 687 m³ vilket ger en retentionstid på mellan 29 och 5 timmar (se Appendix IV).

6.5 Våtmarker som näringsfällor

Våtmarker kan minska halterna av både kväve och fosfor i vattnet. Kvävehalter minskas framförallt genom denitrifiering, men kväve kan även bindas in i växter eller sedimentera. Fosforhalter minskas huvudsakligen genom sedimentering, men ämnet kan också tas upp av växter och bindas in i biomassan.

Denitrifikation innebär att bakterier omvandlar nitrat och nitrit till kvävgas som avgår till atmosfären och på så sätt försvinner från det akvatiska systemet. Denna kvävereduktion fungerar bäst i syrefattigt vatten och vid hög temperatur. Syrefattiga vatten är dock missgynnande för den biologiska mångfalden och kan dessutom, om anaeroba förhållanden uppstår, bidra till att fosfor som bundits i sediment löses upp igen (Feuerbach, 2000).

Sedimentation innebär att suspenderat material faller till botten. Det är viktigt att komma ihåg att sedimentering inte innebär att näringsämnen försvinner från vattendraget. Olika störningar av sedimentet kan göra att näringen rörs upp igen och återgår till vattenmassan.

En riklig växtlighet i strandzonen är ett sätt att minska näringsutlakningen från golfbanan. Minskning av näring genom växtupptag kan ses på lite olika sätt. Enligt vissa rekommendationer bör växterna skördas så att näringen inte frigörs i vattnet igen när växterna dör (Davidsson, 2003). Samtidigt kan de döda växterna fungera som energikälla

och habitat för denitrifikationsbakterier om man låter växterna ligga kvar i vattnet (Feuerbach, 2000). Ett sätt att hantera det kan vara att skörda stora delar av växterna, till exempel de som är över vattenytan, och låta de nedersta växtdelarna vara kvar i vattnet. De skördade växtdelarna bör sedan komposteras.

6.5.1 Kåbos dammar som näringsfällor

För att en våtmark ska vara en effektiv näringsfälla ska den inte vara djupare än en meter, och gärna uppdelad på flera mindre våtmarker istället för en stor. Retentionstiden bör vara 1-3 dagar och dammens yta motsvara 1 % av dess avrinningsområde (Feuerbach, 2000).

Retentionstiden i dammarna på Kåbo golfbana är enligt uträkningar någonstans mellan 5 och 29 timmar (se 6.4.4), alltså något kortare än rekommenderat. Dammarnas djup varierar, men på den djupaste delen uppgår det till omkring 1,5 meter. De har en gemensam yta av ca 800 m² (se Appendix IV), medan avrinningsområdets yta är ca 16 ha. Det innebär att dammarnas yta motsvarar 0,5 % av avrinningsområdet. Dessutom finns Kronbäcken på området. Även den kan fungera som näringsfälla. Kronbäcken har en yta på omkring 750 m² (se Appendix IV). Det gör att den totala ytan av de öppna vattnen på banan motsvarar omkring 1 % av avrinningsområdet. Djupet i Kronbäcken är mellan 0,5 och 1 m.

Våtmarken på Kåbo golfbana har alltså förutsättningar att fungera som effektiv näringsfälla. Detta går i linje med Svenska Golf förbundets strategiska miljömål *"att majoriteten av Sveriges golfanläggningar använder dammar och våtmarker för rening av näringsrikt och förorenat vatten"* (Strandberg, 2005).

6.5.2 Sediment

Sedimentlagret i vattendraget på golfbanan varierar mycket. Som störst är sedimentdjupet i Kronbäcken där det är 30-40 cm. I damm 1 är sedimentlagret omkring 10-15 cm och i damm 2 cirka 2 cm. Detta beror troligtvis på att vattenföringen är så pass låg att det mesta suspenderade materialet hinner sedimentera innan det når dammarna. En annan anledning kan vara att sedimenteringen i damm 1 störs till följd av de vattenrörelser som uppstår då vatten pumpas till och från dammen (se 7.3). Analyser av sedimentet i Kronbäcken och damm 1 gjordes i maj 2008 (se tabell 1). Eftersom sedimentlagret i damm 2 var för tunt för att få upp med rörhämtaren gjordes ingen analys på det. Analysresultaten visar att kväve- och fosforinnehållet i sedimentet är större i Kronbäcken (0,88% kväve respektive 0,085% fosfor) än i damm 1 (0,63% kväve respektive 0,073% fosfor). Dessa värden kan jämföras med värden för kväve- och fosforinnehållet i sediment i olika akvatiska system från rapporten *"Näringsackumulering i dammsediment"* (Davidsson, 2003). Värdena för de akvatiska system som tas upp i rapporten ligger mellan 0,28-5% kväve och 0,001-0,5% fosfor vilket ger medelvärdena 2,38 % kväve och 0,15 % fosfor. Dessa värden ligger betydligt högre än de halter som uppmättes i vattendraget på golfbanan.

Tabell 1. Fosfor och kväveinnehåll i sedimentet i Kronbäcken och damm 1 uttryckt som % av torrsvikt. Värdena är medelvärden av sex sedimentprover gjorda i Kronbäcken respektive två prover i damm 1

Mätpunkt	Kväve i % av torrsvikt	Fosfor i % av torrsvikt
Kronbäcken	0,88	0,085
Damm 1	0,63	0,073

Vattendraget på Kåbo golfbana är näringsrikt och har en mycket hög TOC-halt (se 7.5.6 och 6.8.3). Detta betyder dels att det finns mycket näring i vattnet och dels att det finns många partiklar i vattnet som näringen kan binda till. Trots detta är kväve- och fosforinnehållet i sedimentet lågt. Sedimentation är alltså inte en stor näringsbindande process i vattendraget. Näringshalterna är ett medelvärde av de översta 3 cm av sedimentet. Om ett tunnare lager hade analyserats, eller om analysen hade gjorts vid en annan tid på året hade kanske näringshalterna varit högre.

Att kväve- och fosforinnehållet i sedimentet är lågt kan bero på att syrehalterna i vattnet riskerar att vara låga på grund av den höga TOC-halten. Syrehalterna i sedimentet har inte mätts, men om även dessa är låga kan det innebära att fosfor som bundits in i sedimentet lösts ut igen. En annan anledning kan vara att en stor del av det sedimenterade materialet är mineralpartiklar som transporterats till vattnet från tillrinningsområdet (Davidsson, 2003). Det skulle göra att andelen organiskt material, och därmed andelen näringsämnen blir lägre. Att sedimentet i dammen är mindre näringsrikt än det i bäcken beror antagligen på att dammsedimentet är utspädd med småsten, som användes som anläggningsmaterial när dammen anlades. Bäcken är ett naturligt vattendrag och inget anläggningsmaterial finns i den.

Det kan vara lämpligt att rensa vattnet på sediment då och då. Hur ofta detta bör göras beror på hur mycket material som sedimenterar varje år. Statens Geotekniska institut, SGI, rekommenderar att dagvattendammar rensas när sedimentlagret uppgår till 10 % av dammens djup. Om dessa siffror appliceras på dammarna och bäcken på golfbanan innebär det att det är dags att rensa bäcken, eftersom sedimentlagret där uppgår till omkring 50 % av vattendjupet. I damm 1 uppgår sedimentdjupet som mest till omkring 10 % av dammens största djup. Dock är en del av detta sediment anläggningsmaterial. Dammarna behöver i nuläget inte rensas på sediment, men om sedimentlagret fortsätter att växa kan en rensning vara aktuell i framtiden.

6.6 Våtmarker som habitat

Småvatten och öppna diken kan vara habitat för ett stort antal både vanliga och rödlistade arter. De är därför ett viktigt inslag i landskapet för att gynna biologisk mångfald. Eftersom ett vattendrag kan ha ett mycket stort värde för den biologiska mångfalden är det viktigt att sköta golfbanan på ett sådant sätt att vattenmiljöns kvaliteter inte äventyras (Balogh et al, 1992). Flora- och faunainventering ligger inte inom ramarna för det här arbetet men skulle kunna vara en del i Kåbo Golfklubbs fortsatta miljöarbete. Nedan följer ändå en beskrivning av öppna dikens och småvattens roll som bärare av biologisk mångfald eftersom detta är en viktig aspekt av golfbanans vattendrag. Svenska Golf förbundets miljömål för att bevara biologisk mångfald lyder *”att alla golfanläggningar ska bidra till att bevara och öka landskapets natur- och kulturvärden och gynna den biologiska mångfalden”* (Strandberg, 2005).

Öppna diken var tidigare ett vanligt inslag i det Svenska landskapet, men numera är en stor del av diken rörlagda. På golfbanan finns Kronbäcken som är ett öppet dike. Det finns ofta en förvånansvärt stor artrikedom i diken. På växterna lever många fjärilar, bladbaggar och andra insekter. Grod- och kräldjur kan finna skydd och föroka sig i öppna diken, vilket gynnar många fågelarter som lever av dessa djur (Svensson et al, 2001). Öppna småvatten, såsom dammarna på golfbanan, är mycket värdefulla för många växter och djur. Vattendraget på banan är dessutom kräft- och fiskfritt vilket gör att det kan bilda livsrum för

grodor och salamandrar, eftersom det inte finns några predatorer. För att grodor, vattensalamandrar och andra djur, som förökar sig i vattnet men lever i andra miljöer, ska finna skydd och övervintringsmöjligheter bör naturliga miljöer i form av gräsmarker, stenrösen, ris- eller komposthögar, buskar eller träd finnas inom 100 meter från småvattnet (Svensson et al, 2001). På golfbanan finns flera skyddsmiljöer inom 100 meter från vattnet. Vattendraget har alltså goda förutsättningar för att vara habitat för dessa arter.



Figur 6. Kabbleka vid Kronbäcken på Kåbo golfbana (Foto: Almqvist).

För att få en stor diversitet av växter i ett småvatten bör vattendjupet helst variera och ett brett bälte med grunt vatten finnas vid stranden under våren. I maj 2008 fanns en strandzon på 0,5 till 1 meter med vatten grundare än 40 cm längs med dammarna på golfbanan. Strandzonen varierar mellan att vara flack och slutta brant nedåt. Flacka stränder kan ge större artrikedom och bättre miljö för fåglar och groddjur.

6.6.1 Igenväxning

Vattenväxterna är grunden för allt liv i vattnet. De äts antingen upp av större vattendjur eller bryts ner av små organismer, som i sin tur blir mat åt smådjur och yngel. Denitrifikationsbakterier måste ha tillgång till växter eftersom kolhydraterna i dessa fungerar som energikälla. En riklig växtlighet i vattnet är därför inte enbart av ondo (Feuerbach, 2004). En viktig funktion av vattnet på golfbanan är dock den estetiska, och därför vill man undvika igenväxning.

I vattendraget på Kåbo golfbana växer rikligt av alger och undervattensväxter. På ytan växer en trådformig grönalg (Thor, G., pers. medd., 2008) som ses som ett problem eftersom man på golfbanan anser att den stör det estetiska intrycket av vattendraget. Under vattenytan är en kransalg en av de dominerande växterna (Östlund, M., pers. medd., 2008). Vattendraget på golfbanan är näringsrikt och litet vilket innebär att det lätt blir koloniserat av alger (se figur 7) (Feuerbach, 2004).



Figur 7. Algtillväxt i Kronbäcken (Foto: Carlevi)

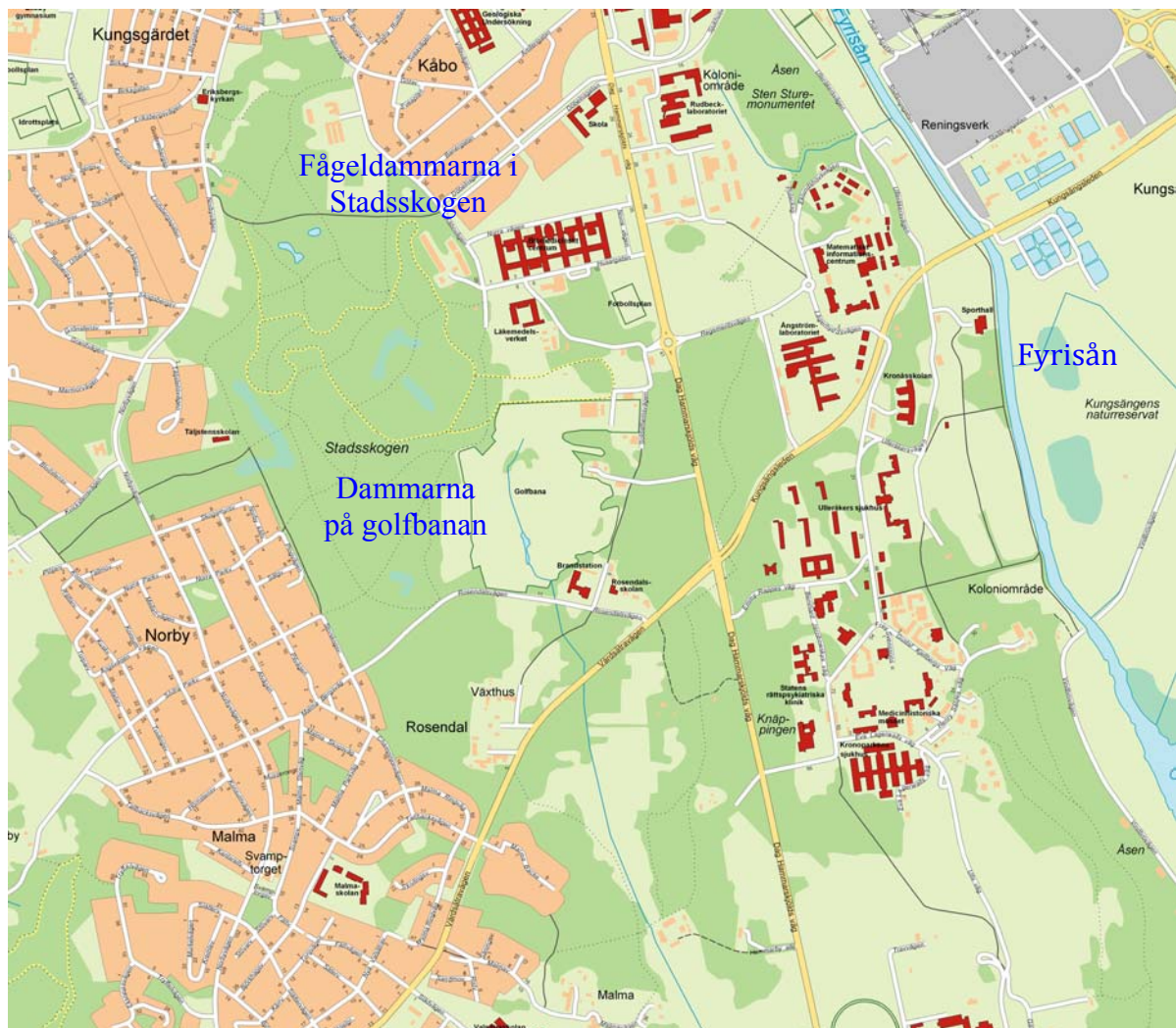
För att minska algmängden har många golfklubbar valt att plantera in karpfiskar i sina vattenhinder. Jordbruksverket rekommenderar dock att man undviker att plantera in fisk och kräftor i dammar där de inte funnits tidigare. Detta eftersom fiskar och kräftor är rovdjur som prederar på grodors och salamandrars yngel och larver (Haraldson et al, 2003). Ett bättre sätt att angripa problemet är att plantera större växter i strandzonerna som kan konkurrera med algerna om näringsämnena i vattnet. För att behålla den naturliga floran på platsen kan växter tas från andra delar av vattendraget. Ett annat sätt att minska näringshalterna i vattnet, och på så sätt minska alg tillväxten, är att fortsätta rensa bort algerna från vattnet med jämna mellanrum. De bortrensade algerna bör komposteras. Detta kan senare användas som jordförbättringsmedel för att på så sätt ta tillvara näringsämnena i algerna.

6.6.2 Skyddszon

Vattendrag och dammar ska helst ha en skyddszon som inte besprutas eller gödslas. Skyddszonen kan gärna vara bevuxen av gräs, eftersom den då blir en idealisk plats för groddjuren när de går upp på land. Fåglar kan födosöka i en gräsbevuxen skyddszon och många fågelarter behöver kortvuxen vegetation för att kunna häcka. Sten- och rishögar i skyddszonen fungerar som gömslen och övervintringsplatser åt många arter av smådjur och insekter. Skyddszonen kring en våtmark i ett jordbrukslandskap bör vara minst sex meter bred. Detta för att ytvatten ska hinna infiltrera i marken innan det når vattnet (Feuerbach, 2004). På Kåbo golfbana finns en skyddszon, som inte besprutas eller gödslas. Zonen som inte besprutas med fungicider är cirka 10 meter bred (Trivic, 2006). Hur bred zonen är som inte gödslas är oklart. Kring dammarna består skyddszonen enbart av relativt kortklippt gräs. Runt bäcken består stora delar av skyddszonen av träd- och buskbevuxna ytor.

6.7 Våtmarker i området

I området kring Kåbo golfbana finns det ont om våtmarker. Figur 8 visar en karta över närområdet. Där syns dammarna på golfbanan i bildens mitt. Omkring 1 km nordväst om vattendraget finns ett par dammar som ligger i Stadsskogen och ungefär 1,5 km öster om vattendraget finns Fyrisån. I övrigt finns inga öppna vatten i området runt golfbanan. Dammarna på golfbana är därför viktiga för att bevara den biologiska mångfalden i området.



Figur 8. Öppna vatten i Kåbo golfbanans närområde
(karta: Lantmäteriet, 2001)

6.8 Vattenkemi

Nedan följer en beskrivning av vattendragets vattenkemi med avseende på metallhalter, surhets- och syretillstånd. Vattnets bekämpningsmedelhalter och näringsinnehåll beskrivs i 7.4 respektive 7.5.

6.8.1 Metaller

Låga koncentrationer av metaller förekommer naturligt i sötvatten. Halterna varierar beroende på vilken berggrund och jordart som finns i avrinningsområdet, vattnets pH och innehåll av organiskt material. Generellt sett har metallhalter ökat i svenska sjöar och vattendrag till följd av utsläpp till luft som spridits över stora områden (Naturvårdsverket, 1999). Många metaller är livsnödvändiga för levande organismer men förhöjda metallhalter kan ge allvarliga konsekvenser eftersom vissa metaller orsakar biologiska störningar redan vid låga halter. Kadmium (Cd), arsenik (As), nickel (Ni) och zink (Zn) är lätttrörliga metaller, medan bly (Pb), kvicksilver (Hg), krom (Cr) och koppar (Cu) är mindre lätttrörliga och i högre grad fäster till partiklar. Naturvårdsverket arbetar, genom FN och EU, främst för att minska utsläppen av kadmium, bly och kvicksilver eftersom dessa metaller är de som utgör störst risk för negativa effekter på miljön (Naturvårdsverket, 2007c). Vad det gäller

metallhalter i vatten har Svenska Golfbundet satt upp de strategiska miljömålen ”att golfanläggningens design, konstruktion och skötsel optimeras i syfte att minimera användning och utlakning ... av för miljön skadliga ämnen” och ”att skapa förutsättningar för god vattenkvalitet” (Strandberg, 2005).

I tabell 2 visas resultaten från metallanalysen i damm 2 på Kåbo golfbana tillsammans med ett antal olika jämförvärden. Naturvårdsverket har tagit fram värden för hur höga metallhalter som kan innebära risk för biologiska effekter i känsliga vatten (Naturvårdsverket, 1999). Av dessa metaller är det bara kopparhalten i vattendraget som ligger över värdet. Med känsliga vatten avses, i det här fallet, vatten som är mjuka, närings- och humusfattiga och har låga pH-värden (Naturvårdsverket, 1999). Vattenanalysen i dammarna visar på en mycket hög TOC-halt (medelvärde 17,7 mg/l) (se 6.8.3) vilket betyder att vattnet innehåller mycket organiskt material. Eftersom koppar binder bra till partiklar föreligger en mindre andel i fri form vilket gör den mindre tillgänglig för växter och djur. I och med att vattendraget på golfbanan har en hög TOC-halt, ett pH-värde på 7,25 och är näringsrikt, faller det inte inom kategorin känsligt vatten. Därför utgör kopparhalten troligtvis ingen risk för några negativa biologiska effekter (Länsstyrelsen Norrbottens län, 2003)

För kobolt (Co), arsenik (As) och vanadin (V) finns inga framtagna värden för risk för biologiska effekter. Dessa halter kan istället jämföras med bakgrundshalterna (se tabell 2). En metod för att bedöma föroreningsgraden för metaller i vatten är att dividera den uppmätta halten med den regionala bakgrundshalten. Föroreningsgraden är ett mått på i hur hög grad den uppmätta halten skiljer sig från bakgrundshalten (Wiederholm, 1999). I detta fall användes bakgrundshalter för södra Sveriges sjöar som schablonvärde, eftersom data saknas från icke försurningspåverkade mindre vattendrag. Dessa schablonvärden kan avvika något från de regionala bakgrundshalterna. Halten kobolt i vattendraget ger föroreningsgrad 2 som benämns som ”Liten förorening”. Arsenik hamnar inom föroreningsgrad 1, ”Ingen eller obetydlig förorening”, och vanadin hamnar inom föroreningsgrad 3, ”Tydlig förorening”. Förhöjda halter av vanadin kan vara allvarligt eftersom det kan störa nedbrytningen av organiskt material i marken. Vanadin finns bland annat i stål, icke-järnlegeringar, keramik, gjutjärn, kemikalier och katalysatorer. Ämnet kan spridas till naturen med avloppsslam, förbränning av kol och olja och vid ståltillverkning.

Järn (Fe), mangan (Mn) och aluminium (Al) kan jämföras med referensvärden från Norrsjön i Uppsala län. Denna sjö har valts som referens för att den är den närmast liggande sjö som det finns referensvärden från. Värdena har fått från databank för vattenkemi på institutionen för miljöanalys (MA, 2007). I tabell 2 presenteras medelvärden för uppmätta halter i Norrsjön i april och maj mellan 2004 och 2007. Av de tre metallerna järn, mangan och aluminium, avviker både aluminium och järn från referensvärdet. Aluminium i förhöjda halter kan ha negativa effekter på miljön om de finns i försurade vatten. Eftersom vattendraget på Kåbo golfbana inte är ett surt vattendrag så medför den förhöjda aluminiumhalten troligtvis inte några negativa biologiska effekter på golfbanan. Även järn är en sådan metall som kan förekomma i höga halter utan att växt- och djurlivet tar skada (Johansson, K., pers. medd., 2008). Att halten järn är förhöjd kan ha sin förklaring i att golfbanan gödslas med Ferrogreen som innehåller en stor andel järn (se 7.5).

För metallerna molybden (Mo) och selen (Se) har inga andra jämförande värden hittats än de gränsvärden som World Health Organization (WHO) tagit fram för att bedöma om dricksvatten är tjänligt. Gränsvärdet för molybden i dricksvatten är 70 µg/l och för selen 10 µg/l (WHO, 2006) vilket är högt över de uppmätta värdena 0,57 µg/l samt 0,35 µg/l.

Gränsvärden för dricksvatten är ofta högre än de metallhalter som kan orsaka biologiska effekter i naturen. Detta eftersom människan har en mycket större kroppsvikt och därför klarar av att konsumera högre metallhalter än de små organismer som lever i vattenmiljön. Gränsvärden för dricksvatten är därför, i detta fall, inga optimala värden att jämföra med.

Tabell 2. Metallhalt i vattnet i damm 2 på Kåbo golfbana, metallhalter med risk för biologiska effekter i känsliga vatten, uppskattad bakgrundshalt samt referensvärden från sjön Norrsjön

Metall	Fe	Mn	Al	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	Co	Ni	As	V	Mo	Se
Koncentration (µg/l)	440	12	490	3,5	4,5	0,58	0,017	0,9	0,231	1,2	0,57	1,4	0,57	0,35
Risk för effekter i känsliga vatten (µg/l)^a	X	X	X	>3	>20	>1	>0,1	>5	X	>15	X	X	X	X
Uppskattad bakgrundshalt (µg/l)^b	X	X	X	0,5	2,0	0,24	0,016	0,2	0,06	0,4	0,3	0,2	X	X
Referensvärden Norrsjön (µg/l)^c	358	78,5	52	0,66	1,67	0,26	0,003	0,39	0,05	0,36	0,43	0,28	X	X

^a (Naturvårdsverket, 1999)

^b Halterna avser nuvarande regionala bakgrundshalter från sjöar i södra Sverige som inte är påverkade av lokala källor (Naturvårdsverket, 1999)

^c (Institutionen för miljöanalys, 2007)

Utifrån denna punktmätning av metallhalter i vattendraget på Kåbo golfbana kan slutsatsen dras att många av de analyserade metaller har halter som ligger på acceptabla nivåer. Eftersom marken i området har blivit exploaterad är det naturligt att vittringen av metaller ökar. Detta kan vara en förklaring till en förhöjning av vissa metallhalter i vattnet. En annan förklaring kan vara att användningen av gödselmedel bidrar till att metaller lakas ut i vattendraget (se 7.5). Den förhöjda halten av vanadin är däremot något som skulle behöva utredas vidare. En enstaka punktmätning av metallhalter är inte riktigt representativt för hur halterna i vattnet egentligen ser ut. Provet kan ha blivit kontaminerat eller så kan de förhöjda halterna vara tillfälliga. Förslagsvis kan fler metallprover tas spridda över året för att få en riktig bild av metallhalterna i vattnet. Om halten vanadin fortfarande kvarstår bör man söka efter den förorenande källan.

6.8.2 Surhetstillstånd

Vattnets surhetstillstånd, innehåll av vätejoner, påverkar balansen mellan den inre och yttre miljön i vattenlevande organismer och därmed många livsavgörande omsättningsprocesser (Naturvårdsverket, 1999). pH i vattendraget på Kåbo golfbana ligger i genomsnitt på 7,25 (se tabell 3). Det är ett något surare pH än värdet vid Nedre Föret (pH 8,15) och i grundvattnet (pH 8,02) men det visar inte på något sätt på ett försurat vattendrag. Markerna i Uppland är kalkrika vilket innebär att vattnen i området har god buffertkapacitet och inte riskerar att försuras inom överskådlig framtid (Fyrisåns vattenförbund, 2008).

pH ska enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder mätas en gång per månad under ett års tid för att få ett representativt värde. Eftersom pH i vattendraget är så pass högt, och markerna omkring har hög kalkhalt, är dock risken mycket liten att en sådan mätning skulle uppvisa ett surt pH-värde.

Tabell 3: pH värden i vattendraget på Kåbo golfbana, i grundvattnet och i bäckens utflöde vid Nedre Föret. pH-värdet för mätpunkten damm 1, damm 2 och Kronbäcken är ett medelvärde av de tio mätningar som gjordes i dessa vatten

Mätpunkt	pH
Damm 1, damm 2 och Kronbäcken	7,25
Grundvatten	8,02
Nedre Föret	8,15

6.8.3 Syretillstånd

Syretillståndet har mätts i båda dammarna vid två tillfällen. Dessutom har det mätts i grundvattnet och i bäckens utflöde till Fyrisån vid Nedre Föret. Syrehalten har inte mätts direkt men en indirekt mätning av organiskt material (TOC, totalorganiskt kol) har gjorts. Organiskt material är syretärande eftersom syre förbrukas vid nedbrytningen. Halten totalorganiskt kol kan därför användas för att se om det finns risk att låga syrgashalter uppträder (Naturvårdsverket, 1999). I tabell 4 redovisas resultaten av mätningarna.

Tabell 4. Totalorganiskt kol (TOC) i dammarna på Kåbo golfbana, i grundvattnet och vid Nedre Föret. TOC-halten för damm 1 och damm 2 är ett medelvärde för de båda dammarna från två provtagningstillfällen. Klassbenämningen kommer från Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999)

Mätpunkt	TOC [mg/l]	Klassbenämning
Damm 1 och damm 2	17,7	mycket hög halt
Grundvattnet	5,2	låg halt
Nedre Föret	5,3	låg halt

Halten organiskt material i dammarna klassificeras som mycket hög, det finns alltså en stor risk att låga syrgashalter uppträder. Vattenföringen i detta vattendrag är låg (se 6.4.3) och risken för dåliga syreförhållanden är störst vid låg vattenföring (Naturvårdsverket, 1999). Både i grundvattnet och i bäckens utflöde vid Nedre Föret är halterna låga. Att halterna är låga i Nedre Föret innebär att de mycket höga halterna i dammarna är lokalt betingade. En låg syrgashalt är negativt för ekosystemet eftersom flera mikrobiella och kemiska processer, som till exempel respiration, kräver syre. Syre kan tillföras från vattenväxter eftersom syrgas bildas vid fotosyntesen. Däremot förbrukas syrgas när döda växter bryts ned. Organiskt material kan tillföras naturligt från omkringliggande områden i form av humus. Dessutom kan ett vatten med hög produktionskapacitet orsaka låga syrehalter eftersom mycket organiskt material bildas i vattnet och nedbrytningen av detta förbrukar syre (Fyrisåns vattenförbund, 2007).

7. GOLFBANANS SKÖTSEL

Hur golfbanan sköts påverkar statusen på de vatten som finns på banan. Greenernas uppbyggnad och dränering, vilket gräs som används, hur detta klipps och bevattnas och vilka gödsel- och bekämpningsmedelsstrategier man använder är alla faktorer som kan påverka Kronbäcken och dammarna.

Greenerna är de delar av banan som sköts intensivast. På Kåbo golfklubb är det bara på greenerna man använder fungicider, och det är framförallt greener som gödslas. Greenerna klipps betydligt intensivare och kortare än övriga ytor och det är i huvudsak de som bevattnas. Det är viktigt att komma ihåg att greener bara utgör en liten del av en golfbana. I Kåbos fall utgör greenerna ca 0,5 ha av banans 18 ha (Trivic, M., pers. medd., 2008b), vilket är mindre än 3 % av golfbanans yta.

Golftermer

(Nationalencyklopedin, 2008)

green	den finklippta del av golfbanan som omger hålet
tee	utslagsplatsen i golf, från vilken spelet på varje hål börjar
fairway	den del av banan som utgörs av det klippta spelfältet mellan tee och green
ruff	det oklippta område som omger de klippta delarna av en golfbana

7.1 Greenuppbyggnad och dränering

Uppbyggnaden av banans greener och dränering har stor betydelse för hur mycket växtnäring och bekämpningsmedel som lakas ut från banan och hur mycket som behöver appliceras. Detta nämns i SGF:s strategiska miljömål *”att golfanläggningens design, konstruktion och skötsel optimeras i syfte att minimera användning och utlakning av växtnäring, kemiska växtskyddsmedel och andra för miljön skadliga ämnen”* (Strandberg, 2005). Som nämnts tidigare utgör greenerna knappt 3 % av Kåbo golfbana, men eftersom det framförallt är greenerna som besprutas och gödslas är uppbyggnaden av dessa viktig.

SGF rekommenderar att nyanlagda greener byggs enligt United States Golf Associations (USGA) modell. Principen för denna modell är att man skapar en hängande vattenpelare i växtbädden vilket innebär att vattnet hålls kvar kapillärt. I det underliggande dräneringslagret dräneras större mängder vatten, som vid kraftiga regn och snösmältning, snabbt bort från marken. En hängande vattenpelare skapas genom att porerna i växtbädden är mindre än porerna i dräneringslagret. Vattnet kan då inte rinna ner från växtbäddsmaterialet till dräneringslagret och inte heller stiga upp från dräneringslagret. Vattnet stannar istället kvar i växtbädden tills jorden blir så blöt att vattnet inte förmås hållas kvar och överskottsvatten rinner ut i dräneringslagret (SGF, 2003). Detta resulterar i en växtbädd med bra förhållande mellan luft- och vattenfyllda porer och god näringshållande förmåga vilket ger goda förutsättningar för att gräset ska utveckla ett djupt rotsystem. Dessutom ger det lerfria materialet som rekommenderas för växtbädden en tålig yta.

Greenerna på Kåbo golfbana är inte uppbyggda enligt USGA-modellen och man har en del problem med förhållandet mellan luft och vatten i jorden. På vissa greener bildas det vattenansamlingar. Greenbädden består av grövre sand, lera och mullämne (Näselius, 1991), men tjockleken på bädden varierar kraftigt mellan de olika greenerna, från 15 cm till 30 cm. I början av banbygget köpte man sand men mot slutet av bygget började pengarna sina och man använde istället utsvallad sand från Uppsalaåsen som redan fanns på platsen (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Materialet i greenbädden är för grovt för att gräset ska trivas och utveckla långa rötter (Näselius, 1991). Detta gör att rotsystemet främst utvecklas i de övre skikten vilket resulterar i mindre möjligheter för gräset att ta upp vatten och näringsämnen vilket i sin tur ökar utlakningsrisken.

Fem av golfbanans greener är dränerade med dräneringsrör. Dessa mynnar ut direkt i dammarna eller i diken som leder till dammarna (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Tyvärr fungerar detta system mycket dåligt och det rinner lite eller inget vatten ur dräneringsrören, troligtvis som en följd av att rören med tiden har satts igen med material. Detta kan vara en av förklaringarna till att vattenansamlingar bildas på vissa greener. För att förbättra dräneringsrörens funktion bör en sköljning av dräneringsrören göras (se 6.4.2).

7.2 Gräs

Ett stort antal olika grässorter används på golfbanor och greener. Några exempel är rödsvingel, *Festuca rubra*, rödven, *Agrostis tenuis*, krypven, *Agrostis solonutea*, och vitgröe, *Poa annua*. På Kåbo golfbana sådde man från början in rödsvingel men denna grässort har utkonkurrerats av vitgröe som idag är den dominerande grässorten på golfbanan. Detta eftersom vitgröe tål våta marker bättre än rödsvingel och Kåbo golfbana delvis är ganska sank. Dessutom är vitgröe en opportunist vilket innebär att den snabbt etablerar sig där skador uppstått i gräset (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Vitgröe har grunt rotsystem och har därför dålig torkresistens och kräver mer gödsling än andra grässorter. Den har dålig köldtolerans och angrips lätt av svampsjukdomar. De många nackdelarna med vitgröe och det faktum att det så lätt etablerar sig gör att det ofta betraktas som ett ogräs (Molteberg et al, 2007). Om en annan grässort skulle användas på golfbanan skulle gödsel- och fungicidanvändningen kunna minskas. Detta skulle kunna vara ett sätt att närma sig golfförbundets strategiska miljömål ”att golfanläggningens design, konstruktion och skötsel optimeras i syfte att minimera användningen av växtnäring, kemiska växtskyddsmedel och andra för miljön skadliga ämnen”. Dock krävs det bättre dränering för att andra gräs ska kunna klara sig på banan och så länge banan står under flytthot är detta inte en rimlig åtgärd.

7.2.1 Klippning

Greenerna på golfbanan klipps varje dag under högsäsong. Tees, fairways och semiruff klipps tre dagar i veckan och ruff klipps en gång i veckan (Trivic, 2006).

Gräsklippet från greener och tees sprids över ruffen eller läggs runt träd. Gräset från fairway låter man ligga kvar på banan (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Gräsklippet innehåller en hel del växtnäring och att sprida det i ruffen kan ha negativa miljöeffekter. Det ger ökat näringsläckage och störningar i växtligheten, eftersom kväveälskande arter blir gynnade (SGF, 2000a). För att undvika detta bör gräsklippet istället komposteras.

7.3 Bevattning

Ett av de miljömål SGF menar är relevant för golfens verksamhet är ”grundvatten av god kvalitet”. För detta mål har man tagit fram de strategiska miljömålen ”att undvika att använda grundvatten som bevattningsvatten” och ”att öka precisionen vid bevattning och minimera användningen av vatten”.

Kåbo golfbana bevattnas genom ett nedgrävt sprinklersystem. Alla greener, tees och fairways har bevattning (Trivic, M., pers. medd., 2008b). Fairwaybevattningen utnyttjas sällan. Vattnet är till viss del regnvatten som samlas i dammarna men framförallt grundvatten som kommer från två bergborrade brunnar på banan. Dessa pumpar in vatten i dammarna med en hastighet av omkring 5 m³/h eller 120 m³/dygn. Från dammarna sugs vattnet in till en bevattningspump vid pumphuset och vidare ut i nätet (Lundin, 1996). År

2007 användes totalt 9742 m³ vatten till bevattningen (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Det finns ingen mätare på brunnspumparna så man vet inte hur stor del av detta vatten som kommer från brunnarna och hur stor del som är uppsamlad nederbörd. Golfbanan är även ansluten till kommunens ledningar för att kunna ta vatten därifrån vid behov (Trivic, M., pers. medd., 2008c).

Att klubben använder grundvatten till bevattningen strider mot golfförbundets strategiska miljömål. Dock krävs mer vatten än det regnvatten man kan samla upp i dammarna. En sköljning av dräneringsrören (se 6.4.2) skulle kunna leda till att mer vatten samlades upp vilket skulle kunna minska grundvattenanvändningen.

Klubbens vattenanvändning har minskat mycket de senaste åren. Man försöker hålla nere vattenanvändningen genom att låta fairways bli torra och genom att anpassa bevattning och gödsling efter vädret (Trivic, M., pers. medd. 2008a). Den minskade vattenanvändningen gjorde att man förra året inte behövde köpa något vatten från kommunen. Tidigare år har man köpt vatten för 4 000 – 20 000 kronor (Trivic, M., pers. medd., 2008b). Detta är ett bra sätt att komma närmare de strategiska miljömålen.

7.4 Bekämpningsmedel

Den frekventa gräsklippningen och de höga gödselnivåerna på golfbanor utgör ett stort stressmoment för gräset som växer där. Detta gör att gräset blir mindre motståndskraftigt mot sjukdomar och skadegörare och mindre konkurrenskraftigt mot andra växter. För att motverka oönskade svampangrepp, ogräs och skadeinsekter används bekämpningsmedel. Bekämpningsmedels effekter på ekosystemet är svåra att förutspå eftersom effekterna påverkas av många olika faktorer. Miljöeffekterna beror på hur mycket av bekämpningsmedlet som läcker ut, hur giftigt det är och hur känsligt ekosystemet är. Bekämpningsmedel kan dessutom förstärka eller försvaga effekterna av varandra och kunskaperna om bekämpningsmedels kombinationseffekter är idag bristfälliga. Eftersom det finns stora osäkerheter i vilka effekter bekämpningsmedel har på människor och djur måste de användas med stor försiktighet (SGF, 2000a). För att nå det nationella miljö kvalitetsmålet *“Giftfri miljö”* har SGF satt upp det strategiska miljömålet *“att golfanläggningens design, konstruktion och skötsel optimeras i syfte att minimera användning och utlakning av ... kemiska växtskyddsmedel”*. Ett annat strategiskt miljömål som berör bekämpningsmedelsanvändningen är *“att skapa förutsättningar för god vattenkvalitet”* (Strandberg, 2005).

Kemikalieinspektionen är den myndighet som är ansvarig för det miljömålet *“Giftfri miljö”*. De tar fram förteckningar över vilka bekämpningsmedel som får användas och riktvärden som anger den högsta halt då man inte kan förvänta sig några negativa effekter på miljön av ett ämne (KemI, 2007).

7.4.1 Utlakning och nedbrytning

Utlakning innebär att ett ämne sprids nedåt och ut ur en jordprofil. När man använder ett bekämpningsmedel vill man undvika att det lakas ut till yt- och grundvatten. Risken för att ett bekämpningsmedel lakas ut beror på en rad olika faktorer. Bekämpningsmedlets utlakningspotential bestäms till stor del av dess förmåga att binda till jordpartiklar och den kemiska och biologiska nedbrytningen. Andra inverkanse faktorer är bekämpningsmedlets vattenlöslighet, klimat och jordens egenskaper (Kenna, 1995).

Sandiga jordar har oftast färre ytor som bekämpningsmedel kan binda till än jordar som innehåller mycket lera och organiskt material (Kenna, 1995). Organiskt material innehåller långa kolkedjor som binder till de långa atomkedjor som finns i många bekämpningsmedel. Hur mycket av bekämpningsmedlet som lakas ut är därför beroende av halten av organiskt material i jorden (Larsbo et al, ca 2007). Ett bekämpningsmedel med hög vattenlöslighet är mer benäget att stanna i vattenfasen än att adsorbera till jordpartiklar vilket ökar risken för att det utlakas till yt- och grundvatten. Nedbrytningen av bekämpningsmedel sker framförallt genom mikrobiell nedbrytning men även genom kemisk sådan. Den mikrobiella nedbrytningen ökar ju högre den mikrobiella aktiviteten är i marken (Torstensson, 1990). Nedbrytningshastigheten kan uttryckas som ett bekämpningsmedels halveringstid, dvs. den tid det tar för 50 % av bekämpningsmedlet att brytas ned till andra produkter. Halveringstiden bestäms vanligtvis i laboratorium under konstanta förhållanden. Ute i naturen är förhållandena mer varierande varför halveringstiden kan vara olika i olika miljöer och klimat. Halveringstiderna ska därför inte ses som absoluta värden utan mer som vägledande (Kenna, 1995). Om ett bekämpningsmedel har kort halveringstid ökar chanserna för att det ska hinna brytas ned innan det lakas ut. I detta arbete används halveringstid i jord i fält som jämförvärde.

7.4.2 Vätmedel

Greener kan ibland bli vattenavstötande, vilket kan ses genom fläckvis torra områden. Vattnet infiltrerar lättare på mindre vattenavstötande områden och det bildas ett fingerflöde. Denna typ av infiltration ökar risken för utlakning av bekämpningsmedel lösta i vattnet eftersom transporten genom jorden går snabbare, det blir färre jordpartiklar eller organiskt material att binda till och tiden för mikrobiell nedbrytning blir kortare (Larsbo et al, ca 2007). På Kåbo golfbana har man haft problem med torra fläckar. För att få bukt med problemet behandlas greenerna med vätmedel en gång under våren och därefter en gång i månaden under hela sommaren (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Vätmedel fungerar genom att det binder till vattenavstötande ytor och gör dem mer hydrofila. Detta gör att vattnet lättare infiltrerar på bred front. På så sätt ökar antalet ytor för bekämpningsmedlet att binda till och tiden för mikrobiell nedbrytning förlängs. Förutom att motverka torrfläckar kan alltså vätmedel bidra till minskad utlakning av bekämpningsmedel. Å andra sidan har studier visat att ytor som behandlas med vätmedel i större utsträckning utsätts för svampangrepp, troligtvis som en följd av ett våtare och mer gynnsamt klimat för svamparna (Larsbo et al, ca 2007).

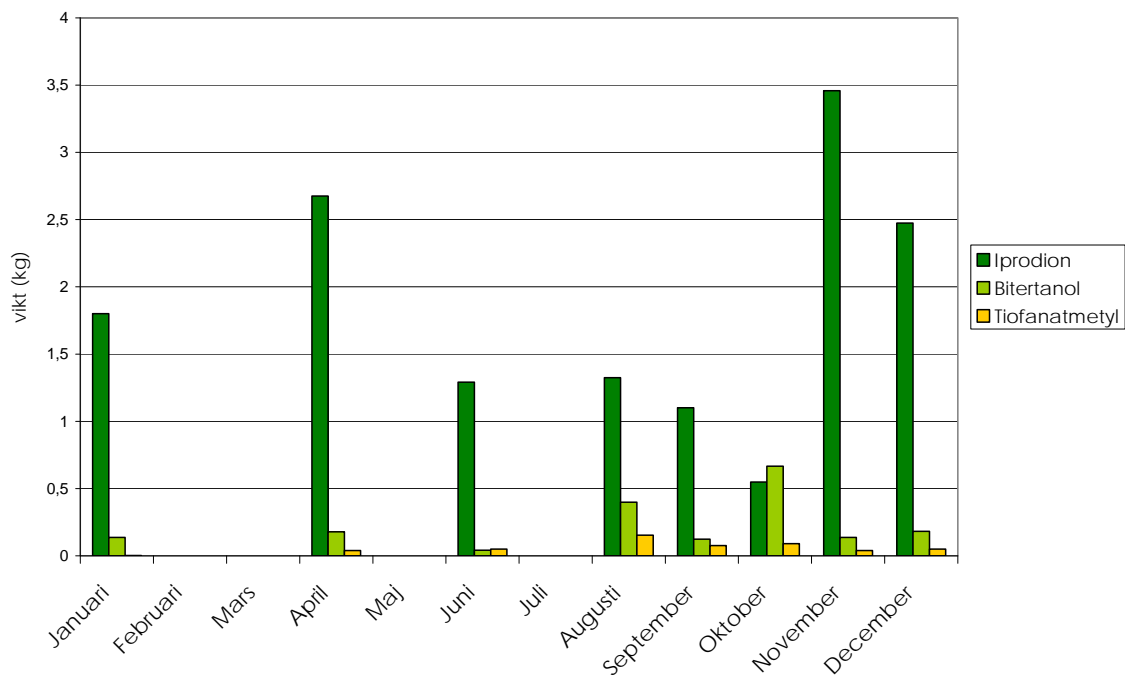
7.4.3 Fungicidanvändning på Kåbo Golfbana

På Kåbo golfbanans greener används fem olika bekämpningsmedel. De är alla fungicider, svampmedel, och används framförallt för att bekämpa snömögel, *Gerlachia nivalis*, men även gröebrunfläck, *Drechslera poae* och rotdödare, *Gaeumannomyces graminis*. De fungicider som används mest frekvent på golfbanan är Chipco Green, Baycor och Topsin, men det sprutas även med Amistar och Sportak. I tabell 5 visas de mest använda fungiciderna, de aktiva substanserna, deras egenskaper och toxicitet. Den aktiva substansen i Chipco Green är *iprodion*, i Baycor *bitertanol* och i Topsin *tiofanatmetyl*. Vattenlösligheten för de tre fungiciderna är låg vilket minskar utlakningsrisken. Både tiofanatmetyl och bitertanol har kort halveringstid på 5 respektive 23 dagar, vilket gör att de betraktas som icke persistenta i miljön. Iprodion har längre halveringstid på 84 dagar och betraktas därför som måttligt persistent. Toxiciteten för samtliga tre fungicider är måttlig för flera växter och djur men de utgör ingen känd risk för människor vid normal användning.

Tabell 5. Aktiva substanser i de fungicider som används på golfbanan (KemI, 2008) och deras funktion, vattenlöslighet, halveringstid och toxicitet för människor, djur och växter (Footprint, 2008).

Fungicid	Aktiv substans	Funktion	Vattenlöslighet [Log K _{ow}]	Halveringstid i jord i fält [DT50]	Toxicitet för människor	Toxicitet för växter och djur
Chipco Green	Iprodion	Kontaktverkande	3,1 Låg	84 Måttligt persistent	Ingen akut risk vid normal användning	Måttlig för däggdjur, fåglar, fiskar, vattenväxter, alger, bin, maskar och vattenlevande invertebrater
Baycor	Bitertanol	Inhiberar ergosterol	4,1 Låg	23 Icke persistent	Ingen akut risk vid normal användning	Måttlig för fiskar, alger, bin, maskar och vattenlevande invertebrater
Topsin	Tiofanat-metyl	Systemverkande	1,45 Låg	5 Icke persistent	Ingen akut risk vid normal användning	Måttlig för fiskar, vattenväxter, bin, maskar och vattenlevande invertebrater

Figur 9 visar den genomsnittliga fungicidanvändningen på Kåbo golfbana under året. Hösten är den period då fungicider används mest frekvent och i högst doser. Under våren ges vanligtvis ett fåtal höga doser och under sommarmånaderna är fungicidanvändningen låg. Fungiciderna appliceras med en traktorburen spruta. Rengöring av sprutan sker på leriga delar av fairway, ruff och driving range, för att minska riskerna för utlakning av sprutresterna. Om svampangrepp upptäcks på en av greenerna besprutas alla greener. Tidigare har man försökt med att bara bespruta den angripna greenen för att minska fungicidanvändningen. Resultatet har då blivit att de övriga greenerna angripits några veckor senare (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Användning av bekämpningsmedel ska anmälas till länsstyrelsen fyra veckor i förväg (SGF, 2000a). Kåbo Golfklubb har genom SGF fått dispens från detta krav och behöver därför inte anmäla när golfbanan besprutas (Trivic, M., pers. medd., 2008a).



Figur 9. Månatlig användning av fungicider på Kåbo golfbana. Värdena är medelvärden för de aktiva substanserna under perioden april 2006 - april 2008 (Trivic, 2008).

7.4.4 Provtagning och resultat

Provtagningsresultaten i tabell 6 kommer från de vattenprov som togs i de båda dammarna samt i bäckens utflöde till Fyrisån (Nedre Föret) i april 2008. Då hade Chipco Green, Baycor och Topsin använts på greenerna i januari samma år. De uppmätta halterna för iprodion och bitertanol i damm 1 och damm 2 ligger under kemikalieinspektionens riktvärden för bekämpningsmedel i ytvatten. I bäckens utflöde till Fyrisån, Nedre Föret, kunde inte några halter av bitertanol och iprodion detekteras. Tiofanatmetyl kunde inte analyseras i vattenproven eftersom det anlitate laboratoriet inte hade möjlighet att analysera den substansen. Antagligen hade inga eller låga halter detekterats av tiofanatmetyl om analys hade genomförts. Detta eftersom substansen har en mycket kort halveringstid på fem dagar och det var tre månader mellan provtagningsstillfället och senaste besprutningstillfället.

Tabell 6. Analysresultat för iprodion och bitertanol i vattenprover tagna i damm 1 och 2 och i bäckens strax innan dess utflöde i Fyrisån (Nedre föret), samt riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten (KemI, 2007). Detektionsgränsen var 0,01 µg/l.

Mätpunkt	Iprodion	Bitertanol
Damm 1 (µg/l)	0,04	0,02
Damm 2 (µg/l)	0,05	0,04
Nedre föret (µg/l)	ed ¹	ed ¹
Riktvärde (µg/l)	0,2	0,3

¹ed=ej detekterad

Resultaten från vattenanalysen visar att fungicidhalterna i vattendraget under tidpunkten för provtagningen var låg. Eftersom det var så pass lång tid mellan provtagningstillfället och sista fungicidapplikationen har mycket av fungiciderna hunnit brytas ned. Den låga vattenlösligheten hos fungiciderna gör dem dessutom mindre benägna att lakas ut. Iprodion har längre halveringstid än bitertanol och används i större mängder vilket kan vara en förklaring till den högre halten av iprodion i vattenprovet. Om tiden mellan provtagningen och senaste besprutningstillfället varit kortare hade troligtvis högre halter av de aktiva substanserna detekterats. För att försäkra sig om att fungicidhalterna ligger under riktvärdena under hela året kan upprepade fungicidprover tas i anslutning till användningstillfällen.

Att vätmedel används på banan är bra ur utlakningssynpunkt. Det är även bra att man tänker på att rengöra sprutan på lerigare delar av golfbanan.

7.5 Gödsling och näringsämnen

För att gräset på en golfgreen ska växa och utvecklas optimalt gödslas det med olika näringsämnen. Om växterna inte lyckas ta upp näringen finns en risk att den läcker ut ur jorden och vidare till vattnet, där den istället göder vattenväxter. Det nationella miljömålet *"Ingen övergödning"* syftar till att minska denna gödning av vattenmiljöer (Miljömålsportalen, 2007). Enligt golfförbundets strategiska miljömål vill man att *"golfanläggningens design, konstruktion och skötsel ... ska minimera användningen och utlakningen av växtnäring"* och *"skapa förutsättningar för god vattenkvalitet"* (Strandberg, 2005).

7.5.1 Övergödning

Övergödning orsakas av alltför höga koncentrationer av näringsämnen när vatten. Det leder till ökad produktion, ökad syreförbrukning vid nedbrytningen av organiskt material och ökad vattengrumlning. Detta leder i sin tur till minskad biodiversitet och ändrad artsammansättning (Naturvårdsverket, 1999).

Kväve och fosfor är de tillväxtbegränsande näringsämnena i vattenmiljöer. Fosfor är begränsande i de flesta sjöar medan kväve ofta begränsar tillväxten i hav (Vattenportalen, 2006). Därför fokuserar vi i detta arbete på just dessa två näringsämnen. Jordbrukets gödsling är en viktig källa till kväve, medan fosfor framförallt kommer från avloppsrening (Vattenportalen, 2006).

7.5.2 Gödselmängder

Svenska Golfförbundet rekommenderar en kvävegödslingsnivå på greenerna på 150-300 kg N/ha och år fördelat på 8-15 givor (SGF, 2000a). På Kåbo golfbana gödslas gräset på greener och tees varannan vecka under sommaren. Målet är att ligga på 300 kg N/ha och år men hur mycket som används beror på hur gräset växer. (Trivic, M., pers. medd., 2008a). Fairways gödslas sparsamt, med mindre än 100 kg N/ha och år. SGF rekommenderar att man gödslar 0-150 kg N/ha och år.

Denna säsong (2008) kommer man på Kåbo golfbana i huvudsak använda gödselmedlet Ferrogreen kombinerat med Scotts Greenmaster. Dessutom används fosforgödselmedlet Phosfik i början av säsongen (Trivic, M., pers. medd., 2008d). Tabell 7 visar sammansättningen av de tre gödslingsmedlen i procent av deras kväveinnehåll.

7.5.3 Behovsanpassad gödsling

Under ledning av Tom Ericsson på SLU har en gödslingsmetod kallad *Behovsanpassad gödsling* tagits fram (Ericsson, T., pers. medd., 2008). Denna metod har testats på Fullerö GK, under 2003 och 2004, med högre kväveutnyttjande och lägre näringsläckage men med lika välmående gräs som resultat. Metoden bygger på principen att gödsla när växten behöver det. Under vår och höst är gräsets tillväxt begränsad av ljus och temperatur, medan det växer som mest under högsommaren. Genom att gödsla enligt samma mönster som gräset tillväxer, det vill säga börja med en liten giva och gradvis trappa upp gödslingen under våren, för att sedan trappa ner den under hösten, kan man minska gödselanvändandet, öka utnyttjandegraden och minska kväveförlusterna, utan att gräsets utseende och kvalitet blir lidande (Ericsson et al. 2006). Behovsanpassad gödsling har testats på ett antal golfbanor. Intervjuade banchefer är positiva och tycker att de fått bättre greener och lägre gödselkostnader sedan de bytte metod (Nordlund, A., 2008).

7.5.4 Växters näringsbehov

Det finns fjorton essentiella näringsämnen som alla växter behöver för att kunna fullfölja sin livscykel. Dessa ämnen delas ofta upp i makro- och mikronäringsämnen. Makronäringsämnena är kväve (N), kalium (K), fosfor (P), svavel (S), magnesium (Mg) och kalcium (Ca). Mikronäringsämnena är järn (Fe), mangan (Mn), bor (B), zink (Zn), koppar (Cu), klor (Cl), nickel (Ni) och molybden (Mo). Utöver dessa finns ytterligare fyra ämnen som anses gynna utvecklingen hos vissa växter. Av dessa är Kisel (Si) det ämne som är av betydelse för gräs, då det stärker gräsets cellväggar (Ericsson, 2007). Förhållandet mellan de olika näringsämnena är lika i alla växter (Ericsson, 2007). Tabell 7 visar de inbördes förhållandena mellan de essentiella näringsämnena i en växt.

Tabell 7. Inbördes förhållande mellan de essentiella näringsämnena i växter som odlas med god tillgång på alla näringsämnen (Ericsson, 2007), och förhållanden mellan samma näringsämnen i de gödselmedel som används på Kåbo golfbana. Kväve ges värdet hundra och de andra näringsämnena anges i procent av kväveinnehållet

Näringsämne	Växt	Phosfik	Ferrogreen	Scotts Greenmaster
N	100	100	100	100
K	45-80	500		100
P	13-19	394		0
S	8-9		27	
Mg	5-15		20	15
Ca	5-15			
Fe	0,7		40	17
Mn	0,4	0,67		
B	0,2	0,33		
Zn	0,06	0,67		
Cu	0,05	0,67		
Cl	0,03			
Ni	-			
Mo	0,003	0,03		

- : uppgift saknas

Som synes i tabellen har inget av gödselmedlen de näringsämnesförhållanden som råder i växten. Eftersom alla de olika medlen används på banan blir förhållandena som gräset får annorlunda. Proportionerna mellan de olika medlen är okända, alltså hur mycket av Ferrogreen, Scotts Greenmaster och Phosfik som används. Phosfik används endast i början av säsongen medan de andra medlen används under hela säsongen. Risken finns att förhållandena mellan de olika näringsämnena inte blir ultimata. Ett sätt att undvika detta problem skulle vara att gödsla med en produkt som har de proportioner mellan näringsämnena som gräset behöver. Detta skulle innebära en produkt med proportioner enligt tabellen ovan som dessutom innehåller kisel.

På golfgreener är det vanligt att gödsla med höga nivåer av järn. Detta görs också på Kåbo Golfklubb genom användning av gödselmedlet Ferrogreen och genom de höga järnhalterna i NPK-gödslet Scotts Greenmaster. Man anser att höga järnnivåer ger ett mörkare grönt gräs, vilket uppfattas som estetiskt tilltalande. En annan praxis som ofta tillämpas på golfgreener är att man endast gödslar med fosfor vid anläggandet av greenen, och sedan undviker detta näringsämne (SGF, 2000a). På Kåbo gödslas i viss grad med fosfor, genom gödselmedlet Phosfik. Att gödsla med lika proportioner kalium som kväve är också vanligt på golfbanor (SGF, 2000a), vilket avspeglas i NPK-gödslets sammansättning.

Gräset kan, precis som andra växter, inte tillgodogöra sig näringsämnen det får i för hög dos. Har växten inte brist på ett ämne tjänar det inget till att ge stora givor av detta utan det kan istället leda till onödiga läckage när ämnet inte kan tas upp (Ericsson, 2007).

7.5.5 Utlakningsrisk

Golfgreener gödslas ofta intensivt. Växtbädden har ett grunt rotdjup och greenerna är vanligtvis uppbyggda av sand, ett material som håller kväve och fosfor dåligt. Detta är egenskaper som bidrar till en ökad utlakningsrisk. Det finns också faktorer som minskar risken för utlakning, som att greenerna är bevuxna året om och att de gödslas med små och täta givor vilket ger gräset större möjlighet att ta upp näringen (SGF, 2000b). Som nämnts i stycket om våtmarker kan dammarna och Kronbäcken fungera som näringsfällor och förhindra utlakade näringsämnen att röra sig vidare i vattendrag till känsliga recipienter.

Det mesta av kvävet i marken är löst i markvätskan och hur mycket kväve som lakas ut från en golfgreen beror på mängden överskottsvatten och hur mycket löst kväve som finns tillgängligt i marken. Det kväve som inte lakas ut återfinns antingen i gräsklipppet eller i markens kväveförråd, eller avgår genom kvävgasavgång (Hedlund, 2002). Nästan all fosfor är i bunden form, antingen i form av fosfatjoner bundna till katjoner eller adsorberade till jordpartiklar (Bergström et al, 2007). Fosforförluster sker därför främst genom ytavrinning. För att minska fosforförlusterna kan skyddszoner, där man inte besprutar med gödselmedel, kring vattendrag vara en bra metod. Att odla en fånggröda på åkermark, eller låta marken vara bevuxen året om, så som är fallet på en golfgreen, minskar även det risken för ytavrinning. Fosfors förlustmönster är oregelbundet och det kan därför vara svårt att upptäcka förlusterna vid punktmätningar, som de som utförts i detta arbete (Bergström et al, 2007).

Som synes i tabell 7 gödslas det även med andra ämnen än kväve och fosfor. Även dessa ämnen kan lakas ut om tillskottet blir för stort. Metallanalysen av vattnet i damm 2 (se 6.8.1) visar att det finns förhöjda halter av koppar och järn i vattnet. En möjlig källa till dessa metaller kan vara gödselmedlen som används på banan. Gödselmedlet Ferrogreen har en järn/kväveknot som är nästan 60 gånger större än den är i en växt. I Scotts Greenmaster är

järn/kvävekvoten nästan 25 gånger större än i en växt. Koppar/kvävekvoten i Phosfik är drygt 10 gånger större än i växten.

Höga näringshalter i dräneringsvattnet är inget miljöproblem om man har ett slutet system, det vill säga att man samlar upp dräneringsvattnet och vattnar med det. Eftersom dräneringssystemet på Kåbo golfbana fungerar dåligt rinner dräneringsvattnet undan någon annanstans. Antagligen rinner vattnet ner i underliggande jordlager och når så småningom grundvattnet. Är nitrathalterna höga kan detta innebära en potentiell risk för näraliggande dricksvattentäkter (Hedlund, 2002). Inget tyder på att det finns några problem med förorening av dricksvatten vid Kåbo golfbana men det kan ändå vara lämpligt att lösa problemet med igentäppta dräneringsrör för att kunna återanvända utlakade näringsämnen från de greener som har dränering.

7.5.6 Provtagning och resultat

Resultaten från provtagningen i april och maj kan ses i tabell 8 och 9. Det andra provtagningstillfället togs efter att golfbanan gödslats med Ferrogreen och Phosfik. Halterna i vattnet har jämförts med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet för sjöar (Naturvårdsverket, 1999). Detta eftersom vattendraget har ett så långsamt flöde att det närmast är att betrakta som en sjö. (Trivic, M., pers. medd., 2008d).

Tabell 8. Totalkvävehalter i vattenprover tagna i damm 1, i damm 2, i grundvattnet och vid bäckens utflöde samt klassificering enligt Naturvårdsverket (1999). I damm 1 och damm 2 togs prover vid två tillfällen

Mät punkt	Tot-N [µg/l]	Klassificering
Damm 1 ^a	1057	höga halter
Damm 2 ^a	1209	höga halter
Damm 1 ^b	590	måttligt höga halter
Damm 2 ^b	717	höga halter
Grundvatten ^a	198	låga halter
Nedre Föret ^a	1313	Mycket höga halter

^a Första provtagningstillfället

^b Andra provtagningstillfället

Tabell 9. Totalfosforhalter i vattenprover tagna i damm 1, i damm 2, i grundvattnet och vid bäckens utflöde samt klassificering enligt Naturvårdsverket (1999). I damm 1 och damm 2 togs prover vid två tillfällen

Mät punkt	Tot-P [µg/l]	Klassificering
Damm 1 ^a	36	höga halter
Damm 2 ^a	53	mycket höga halter
Damm 1 ^b	18	måttligt höga halter
Damm 2 ^b	32	höga halter
Grundvatten ^a	20	måttligt höga halter
Nedre Föret ^a	53	mycket höga halter

^a Första provtagningstillfället

^b Andra provtagningstillfället

Halterna av både kväve och fosfor är förhöjda i alla prov i vattendraget. I dammarna är halterna av kväve höga i alla prov utom det senare i damm 1 där halterna är måttligt höga.

Halterna fosfor följer samma mönster med undantaget att halten är mycket hög i damm 2 vid första provtagningstillfället. Eftersom dammarnas avrinningsområde till största del består av golfbanan (se 6.3) beror de förhöjda halterna av näringsämnen med största sannolikhet på golfbanans verksamhet. Att fosforhalterna i grundvattnet som pumpas upp på banan är förhöjda behöver inte betyda att denna fosfor kommer från golfbanan. Grundvattnet kommer antagligen från ett större, eller annat, avrinningsområde än ytvattnet och det kan vara en annan verksamhet än golfen som orsakar de förhöjda halterna. I Nedre Föret är halterna av både kväve och fosfor mycket höga. Det visar på att det inte enbart är golfbanan i området som släpper ut näringsämnen, även jordbruksmarken längre nedströms i Kronbäcken läcker näringsämnen.

Utifrån resultaten kan slutsatsen dras att gödslingen av greenerna leder till läckage av näringsämnen som återfinns i dammarna. Ett sätt att minska läckaget av näringsämnen till vattendraget är att använda ett gödselmedel som har samma proportioner mellan näringsämnena som gräset behöver. Att kompostera gräsklippet och att hålla en skyddszon kring vattendraget som inte besprutas, kan också bidra till att minska näringshalterna i vattendraget. Ett förbättrat dräneringssystem skulle kunna minska utlakningen från golfbanan.

Något som är viktigt att påpeka i detta sammanhang är att mätningarna inte är utförda enligt Naturvårdsverkets praxis med månatliga mätningar under ett år. Endast två mätningar har utförts, i april och maj. Att utföra månatliga mätningar under ett års tid kan vara ett steg i golfbanans miljöarbete. På så sätt kan man på ett tydligare sätt få reda på vattendragets status ur näringsämnesperspektiv.

8. SUMMERING

8.1 Åtgärdsförslag

Vattenväxter

Ett sätt att minska algutväxten i vattnet är att plantera in större vattenväxter i strandzonen. För att behålla den naturliga floran på platsen bör växter som redan finns i vattendraget planteras in eller tas från andra delar av vattendraget. Dessa kan konkurrera med algerna om näringsämnena i vattnet och på så sätt minska algmängden.

Skörd

Att fortsätta skörda algerna i vattendraget och även skörda större vattenväxter är ett bra sätt att minska näringshalterna i vattnet.

Kompost

Att anlägga en kompost där gräsklipp, skördade alger och vattenväxter kan komposter skulle innebära att risken för näringsläckage till vattendraget minskar. I nuläget sprids gräsklippet i ruffen vilket kan leda till näringsutlakning och minskad biodiversitet då den normalt näringsfattiga ruffen gödslas. Kompostmaterialet kan sedan användas som jordförbättring vid nyanläggning och renovering av gräsytor.

Skydd

Bevara de skyddsmiljöer för grodor och salamandrar som finns inom 100 meter från vattnet.

Gödselmedel

Använda ett gödselmedel som bättre uppfyller grässets näringsbehov och lämna en ogödslad skyddszon på sex meter kring vattendragen för att minska risken för utlakning. Att använda en gödslingsstrategi som "Behovsanpassad gödsling" skulle även det kunna minska utlakningsrisken.

Dräneringsrör

Rensa dräneringsrören för att få ett slutet system där utlakade näringsämnen kan återanvändas. Detta skulle dessutom kunna ge mer vatten till vattendraget.

Läckage

Laga läckaget i damm 1 med bentonitlera för att undvika att vattnet läcker ut ur dammen vid högt vattenstånd. Därefter bör dammduken läggas på plats för att hindra att den flyter upp till vattenytan. Detta skulle dels kunna minska användningen av uppumpat grundvatten och dels kunna bidra till ett högre vattenstånd i dammarna och bäcken.

Sediment

Eftersom sedimentlagret i bäcken uppgår till omkring 50 % av vattendjupet kan det vara dags att rensa bäcken på sediment. Detta skulle bidra till att näringsämnen försvinner från vattensystemet.

8.2 Uppföljning

Vattenprover

Kväve och fosforprover kan tas en gång i månaden maj till oktober under ett år, i enlighet med Naturvårdsverkets *Handbok för miljöövervakning*. Detta skulle ge möjlighet till en korrekt klassificering av vattendraget näringsstatus.

Pris: cirka 50 kr/prov

Ytterligare metallprover kan tas för att följa upp om de metaller som funnits i höga halter i metallprovet är fortsatt höga. Detta gäller framförallt metallerna vanadin, järn, aluminium och koppar.

Pris: cirka 500 kr/prov

Upprepade fungicidprover kan tas för att försäkra sig om att halterna ligger under gränsvärdena.

Pris: cirka 2000 kr/prov

Fortsatta studier

Fler examensarbetare kan tas in för att undersöka andra delar av banans verksamhet. Att till exempel gör en flora- och fauna inventering eller att undersöka golfklubbens energi-

användning skulle vara intressanta fortsatta steg i miljöarbetet och resultatet av dessa skulle även kunna påverka vattendraget.

8.3. Slutsats

Under arbetet gång har flera skötselmetoder identifierats som är positiva för vattendraget och dess växt- och djurliv ur miljösynpunkt och som går i linje med Svenska Golfförbundets strategiska miljömål. För de områden där vi anser att miljöhänsynen kan förbättras har vi gett en rad åtgärdsförslag som kan genomföras med relativt enkla medel.

För att knyta an till uppsatsen inledande frågeställning ”Vad är vattendragets status?” följer nedan en sammanfattande slutsats om vattendragets aktuella status.

Vattendraget på Kåbo golfbana är näringsrikt och har en mycket hög TOC-halt. I sedimentet är näringshalterna låga vilket tyder på att sedimentationen inte är någon stor näringsfälla i vattendraget. Den rika växtligheten av alger i vattendraget indikerar istället på att växtupptag är en större näringshållande process. Tre månader efter senaste fungicidapplikation återfinns låga halter av två av fungicidernas aktiva substanser i vattnet och dessa ligger under riktvärdena för hur höga halter som kan ge negativa effekter på miljön.

Viktigt att komma ihåg i detta sammanhang är att de prover som tagits i vattendraget är punktmätningar. Halterna av näringsämnen, TOC, fungicider och metaller kan variera under året, vilket troligtvis skulle visas om fler provtagningar gjordes.

9. REFERENSER

- Balogh, J.C. & Walker, W.J.** (Eds.) (1992). *Golf course management and construction: environmental issues*. Chelsea : Lewis publishers, Inc
- Berggren, Ingela.** Miljöansvarig på Kåbo Golfklubb. Personligt meddelande, 24 april, 2008
- Bergström, L., Djodjic, F., Kirchmann, H., Nilsson, I. & Ulén, B.** (2007). *Phosphorous from Farmland to Water – Status, Flows and Preventive Measures in a Nordic Perspective*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Food 21 no 4/2007
- Davidsson, T.** *Näringsackumulering i dammsediment*. [online] (2003) PDF tillgänglig: www2.landskrona.se/kommun/miljo/saxan02/NIP/rapporter/dammsediment.pdf [2008-05-20]
- Dräneringscentralen RF.** *Skötsel av täckdiken*. Hemsida. [online] (2001) Tillgänglig: www.salaojakeskus.fi/pdf/kpopasR.pdf [2008-05-23]
- Ericsson, T. Orsholm, J. & Hedlund, A.** Behovsanpassad gödsling – resultat från Fulleröförsöken 2003/04. (2006, nr 2). *Greenbladet*, s. 74-76
- Ericsson, T.** Näring – de livsnödvändiga näringsämnena. (2007) *Hemträdgården* 5/07, 33-36
- Ericsson, Tom.** Universitetslektor, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för Stad och Land. Personligt meddelande, 3 april, 2008
- Feuerbach, P.** (2000). *Praktisk handbok för våtmarksbyggare*. 2.ed. Laholm: RMG
- Feuerbach, P.** (2004). *Anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet – förbättringar och skötsel*. Halmstad: Bulls House of Graphics.
- Footprint – Pesticide Properties Database.** Hemsida. [online] (2008-04-18) Tillgänglig: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm> [2008-04-23]
- Fyrisåns vattenförbund.** *Syretillstånd och syretärande ämnen – fördjupning*. Hemsida. [online] (2007-01-24). Tillgänglig: <http://www.fyrisan.se/page.asp?categoryID=13&pageID=60> [2008-05-21]
- Fyrisåns vattenförbund.** *Surhetstillstånd*. Hemsida. [online] (2008-03-20). Tillgänglig: <http://www.fyrisan.se/page.asp?categoryid=9> [2008-05-23]
- Haraldson, I. Magnusson, M. Gustafson, L.** (2003). *Inventering av större vattensalamander i Göteborgs kommun*. Göteborgs stadsmuseum.
- Hedlund, A.** Vart tar kvävet i greenen vägen? (2002, nr 4) *Greenbladet*.
- Johansson, Kjell.** Professor, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Miljöanalys, Uppsala. Personligt meddelande, 13 maj, 2008
- Kemi – Kemikalieinspektionen.** *Bekämpningsmedelsregistret*. Hemsida. [online] (2008-04-22) Tillgänglig: <http://apps.kemi.se/bkmregoff/> [2008-04-23]
- Kenna, M.P.** *What Happens to Pesticides Applied to Golf Courses?*. USGA Green Section Record. Hemsida. [online] (1995). Vol 33(1): 1-9. Tillgänglig: http://www.usga.org/turf/articles/environment/pesticides/what_happens.html [2008-04-23]

- Lantmäteriet.** *Digitala kartbiblioteket.* Hemsida. [online] (2001) Tillgänglig:
<https://butiken.metria.se/digibib/index.php>. .
- Larsbo, M., Jarvis, N. & Aamlid, T.** *Organiskt material och vätnedel minskar utlakningen av svampmedel.* Hemsida. [online] (ca 2007) PDF tillgänglig:
http://sterf.golf.se/dynamaster/file_archive/080124/027d035d27d56a154344fd4bf37bf149/Organigreen%20Greenbladet%20slutversion%20071021.pdf. [2008-04-24]
- Livsmedelsverket.** *Risker med mat: Metaller.* Hemsida. [online] (2007-01-31b) Tillgänglig:
http://www.slv.se/templates/SLV_Page.aspx?id=2576&epslanguage=SV [2008-05-05]
- Lundin, S-E.** (1996). *PM – Undersökning, åtgärder och handlingsalternativ Kåbo Golfbana, Uppsala. Bevattnings av banan, dammarnas täthet och vattenbrunnar.* Uppsala: Bjerking Ingenjörbyrå AB
- Länsstyrelsen Norrbottens län.** *Inventering av förorenade områden i Norrbottens län.* Hemsida. [online] (2003) PDF tillgänglig:
<http://www.bd.lst.se/publishedObjects/10001120/Rapport%203-2003.pdf>
- MA - Institutionen för miljöanalys, SLU.** *Databank för vattenkemi.* Hemsida [online] (2007) Tillgänglig:
[http://info1.ma.slu.se/ma/www_ma.acgi\\$Station?ID=Intro&S=940](http://info1.ma.slu.se/ma/www_ma.acgi$Station?ID=Intro&S=940) [2008-05-05]
- Miljömålsportalen.** *Alla miljömål.* Hemsida. [online] (2007-05-24) Tillgänglig:
http://www.miljomal.nu/om_miljomalen/alla_mal.php [2008-05-06]
- Miljömålsportalen.** *Ingen övergödning.* Hemsida. [online] (senast uppdaterad 2007-06-07). Tillgänglig: http://miljomal.nu/om_miljomalen/miljomalen/mal7.php
- Molteberg, B & Aamlid, T. S.** (2007). *Nordisk sortsguide för gras til grøntanlegg, 2007 – Green, fairway/tee, plen, fotballbane og ekstensiv grasbakke.* Kapp : Bioforsk Øst Apelsvoll
- Nationalencyklopedin.** *Sökord: green, tee, fairway, ruff.* Hemsida. [online] (2008-05-28). Tillgänglig: <http://www.ne.se> [2008-05-28]
- Naturvårdsverket.** (1999). *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Sjöar och vattendrag.* Bakgrundsrapport 1. Kemiska och fysikaliska parametrar. Jönköping : Naturvårdsverket. Rapport 4920. ISBN 91-620-4920-8
- Naturvårdsverket.** *Nationell strategi för myllrande våtmarker.* Hemsida. [online] (2006) PDF tillgänglig:
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-1253-3.pdf>. [2008-04-15]
- Naturvårdsverket.** *Återskapande och restaurering av våtmarker.* Hemsida. [online] (2007a) Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Arbete-med-naturvard/Skydd-och-skotsel-av-vardefull-natur/Vatmarker/Restaurering-av-vatmarker/>. [2008-04-15]
- Naturvårdsverket.** *Våtmarkstyper.* Hemsida. [online] (2007b) Tillgänglig:
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Arbete-med-naturvard/Skydd-och-skotsel-av-vardefull-natur/Vatmarker/Om-vatmarker/>. [2008-04-15]
- Naturvårdsverket.** *Metaller.* Hemsida [online] (2007-03-25c) Tillgänglig:
<http://naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Miljogifter/Metaller/> [2008-05-06]
- Nordlund, A.** Bättre greener med exakt gödsling. (2008, nr 3) *Svensk Golf*, s. 100-101
- Näselius, T.** (1991-06-17) *Protokoll fört vid banbesök.* Kåbo Golfklubbs arkiv
- Orsholm, J. & Ericsson, T.** Varför gödselar vi som vi gör? Det är kanske enklare än vi tror! (2003, nr 5). *Greenbladet* s 40-41
- Persson, J.** (1998). *Utformning av dammar: En litteraturstudie med kommentarer om dagvatten-, polerings- och miljödammar.* Göteborg: Institutionen för Vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola. B:64. ISSN: 0348-1069
- Strandberg, M.** *Svenska Golf förbundets Miljövision och strategi.* Hemsida [online] (2005).

- PDF tillgänglig:
http://miljo.golf.se/extra/pod/?action=pod_show&id=27&module_instance=1.
 [2008-04-22]
- SGF - Svenska Golf förbundet.** (2000a). *Golf sportens miljöpåverkan*. Danderyd : SwedEnviro Consulting Group
- SGF - Svenska Golf förbundet.** (2000b). *Golfen & miljön*. Gällstad : LH-tryck
- SGF – Svenska Golf förbundet.** *Introduktion arbetsbok miljö*. Hemsida [online] (n.d.). PDF tillgänglig:
http://miljo.golf.se/extra/pod/?action=pod_show&id=28&module_instance=1 [2008-04-23]
- SGF – Svenska Golf förbundet.** (1992). *Banskötselhandbok*. Stockholm : Svenska Golf förbundet
- SGF – Svenska Golf förbundet.** *Greenbyggnad*. Hemsida. [online] (2003-09-09) PDF tillgänglig:
http://banservice.golf.se/extra/pod/?action=pod_show&id=28&module_instance=1.
 [2008-04-23]
- SGF – Svenska Golf förbundet.** *Om SGF – Medlemsutveckling*. Hemsida. [online] (ca. 2007a) Tillgänglig:
http://sgf.golf.se/extra/pod/?id=423&module_instance=1&action=pod_show [2008-04-23]
- SGF – Svenska Golf förbundet.** *Om SGF – Golfbanor i Sverige*. Hemsida. [online] (2007b). Tillgänglig:
http://sgf.golf.se/extra/pod/?module_instance=1&action=pod_show&id=433 [2008-05-16]
- SGF – Svenska Golf förbundet.** *Om SGF – Nya medlemmar och associationer mm*. Hemsida. [online] (2008a) Tillgänglig:
http://sgf.golf.se/extra/pod/?id=421&module_instance=1&action=pod_show [2008-04-23]
- SGF – Svenska Golf förbundet.** *Div info*. Hemsida. [online] (2008b). Tillgänglig:
http://banservice.golf.se/extra/pod/?action=pod_show&id=79&module_instance=1.
 [2008-04-23]
- SGU – Sveriges Geologiska Undersökning.** (1992). Jordartskartan. 1:11 Uppsala NV. [Kartografiskt material]. 1:50 000. Uppsala: MO Print. SGU serie Ae 113
- SMHI / Naturvårdsverket.** (1979). *Vattenföringsbestämning vid vattenundersökningar*. LiberFörlag
- Svenska Golfmuseet.** *Golfens historia*. Hemsida. [online] (2008-04-23) Tillgänglig:
<http://www.svenskagolfmuseet.se> [2008-04-23]
- Svensson, R & Glimskär, A.** (2001). *Småvatten och våtmarker i odlingslandskapet*. Jordbruksverket. Uppdaterat nytryck. – ursprungligen publicerat: Jordbruksverket, 1994.
- Söderberg, Martin.** Grundare Kåbo Golfbana. Personligt meddelande, 2 april, 2008
- Thor, Göran.** Professor, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Ekologi. Personligt meddelande, 6 maj, 2008
- Torstensson, L.** Sidoeffekter av svampbekämpningsmedel. (1990) *Fakta Mark*. nr 6 1990. Uppsala : Sveriges Lantbruksuniversitet
- Trivic, M.** (2006) *Skötselplan golfbanan 2007*. Uppsala
- Trivic, Momir.** Greenkeeper, Kåbo Golfklubb. Personligt meddelande, 4 april, 2008a
- Trivic, Momir.** Greenkeeper, Kåbo Golfklubb. E-post, 15 april, 2008b
- Trivic, Momir.** Greenkeeper, Kåbo Golfklubb. Personligt möte, 10 mars, 2008c
- Trivic, Momir.** Greenkeeper, Kåbo Golfklubb. Personligt möte, 5 maj, 2008d
- Uppsala kommun.** *Kartor: Naturområden*. Hemsida. [online] (n.d.) Tillgänglig:

- <http://kartor.uppsala.se/SCRIPTS/hsrun.exe/extwebb/int/MapXtreme.htx;start=PrintFrameset?cmd=start&theme=NATUR> [2008-05-15]
- Uppsala kommun.** (2007) *Detaljplan för Rosendalsfältet*. Uppsala (Stadsbyggnadskontoret). Diarienummer: 2000/20084-1
- Uppsala kommun** (2007b) *Primärkarta*. [kartografiskt material] : 1:5000. Uppsala
- Uppsala OL-allians.** (1999) *Stadsskogen* [kartografiskt material]. 1:7500. Göta Älvdalens Fototryck AB
- Vattenportalen.** *Eutrofiering av sjöar och hav*. Hemsida. [online] (senast uppdaterad 2006-04-21). Tillgänglig: http://www.vattenportalen.se/fov_problem_eutrofiering.htm [2008-05-12]
- WHO – World Health Organization.** *Guidelines for drinking-water quality, first addendum to third edition*. Hemsida. [online] (2006) PDF tillgänglig: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html [2008-05-05]
- Östlund, Mikael.** Forskningsingenjör, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för miljöanalys. Personligt meddelande, 7 maj, 2008

10. APPENDIX

Appendix I Provtagningspunkter

Figur 10 visar var de olika proverna tagits.




Appendix II

Vattenkemi

Fungicider

Fungicidproverna togs 17 april 2008. Proverna analyserades på laboratoriet på Institutionen för Miljöanalys, SLU Ultuna. Analysprotokoll med resultat och analysteknik redovisas nedan (figur 11, 12 och 13).



Institutionen för miljöanalys
Sektionen för organisk miljökemi

ANALYS PROTOKOLL

Sida 1(1)

Prov nr : M 41:1/08

Provets märkning : Käbo damm 1

Provslag : Vatten

Provtagningsdatum : 2008-04-17

Prov inkom : 2008-04-17

Provets skick vid ankomst : utan anmärkning

Provsvår utskickat : 2008-05-07

Uppdragsgivare
Mia Carlevi

Analysresultat:

Substans	Halt, µg/l	Detektions- gräns, µg/l	Metod OMK
iprodion	0,04	0,01	51:5
bitertanol	0,02	0,01	51:5

Metod nr
OMK 51:5

Analysteknik
Vätske-vätskeextraktion; GC-MSD

Resultatet gäller provet i det skick det inkom till laboratoriet.

Analysen är utförd som enkelanalys och är därför enbart orienterande. Kontakta oss om resultatet önskas säkerställt genom omanalys (dokumentär analys). Provextrakten kastas 3 månader efter det att resultatet sänts ut, om annan överenskommelse ej träffats med uppdragsgivaren.

-----/Åsa Ramberg

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Postadress Box 7050 750 07 UPPSALA	Leveransadress Ulls väg 31A 756 51 Uppsala	Telefon 018 - 67 30 34	Webb www.miljoeanalys.se/omk	E-post (sektionschef) Jenny.Kreuger@miljoeanalys.se
-------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------------	---------------------------------------------------------------

Figur 11. Analysprotokoll för iprodion och bitertanol i damm 1. Analysen är utförd av laboratoriet på Institutionen för Miljöanalys, SLU Ultuna.

Prov nr	: M 41:2/08
Provets märkning	: Käbo damm 2
Provslag	: Vatten
Provtagningsdatum	: 2008-04-17
Prov inkom	: 2008-04-17
Provets skick vid ankomst	: utan anmärkning
Provsvår utskickat	: 2008-05-07

Uppdragsgivare
Mia Carlevi

Analysresultat:

Substans	Halt, µg/l	Detektions- gräns, µg/l	Metod OMK
iprodion	0,05	0,01	51:5
bitertanol	0,04	0,01	51:5

Metod nr	Analyssteknik
OMK 51:5	Vätske-vätskeextraktion; GC-MSD

Resultatet gäller provet i det skick det inkom till laboratoriet.

Analysen är utförd som enkelanalys och är därför enbart orienterande. Kontakta oss om resultatet önskas säkerställt genom omanalys (dokumentär analys). Provextrakten kastas 3 månader efter det att resultatet sänts ut, om annan överenskommelse ej träffats med uppdragsgivaren.

-----/Åsa Ramberg

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Postadress	Leveransadress	Telefon	Webb	E-post (sektionschef)
Box 7050	Ulls väg 31A	018 - 67 30 34	www.ma.slu.se/omk	Jenny.Kreuger@ma.slu.se
750 07 UPPSALA	756 51 Uppsala			

Figur 12. Analysprotokoll för iprodion och bitertanol i damm 2. Analysen är utförd av laboratoriet på Institutionen för Miljöanalys, SLU Ultuna.



Sveriges
lantbruksuniversitet

Institutionen för miljöanalys
Sektionen för organisk miljökemi

ANALYSPROTOKOLL

Sida 1(1)

Prov nr	: M 41:3/08
Provets märkning	: Nedre föret
Provslag	: Vatten
Provtagningsdatum	: 2008-04-17
Prov inkom	: 2008-04-17
Provets skick vid ankomst	: utan anmärkning
Provsvår utskickat	: 2008-05-07

Uppdragsgivare
Mia Carlevi

Analysresultat:

Substans	Halt, µg/l	Detektions- gräns, µg/l	Metod OMK
iprodion	ed	0,01	51:5
bitertanol	ed	0,01	51:5

ed = ej detekterad

Metod nr OMK 51:5	Analysteknik Vätske-vätskeextraktion; GC-MSD
----------------------	-------------------------------------------------

Resultatet gäller provet i det skick det inkom till laboratoriet.

Analysen är utförd som enkelanalys och är därför enbart orienterande. Kontakta oss om resultatet önskas säkerställt genom omanalys (dokumentär analys). Provextrakten kastas 3 månader efter det att resultatet sänts ut, om annan överenskomst ej träffats med uppdragsgivaren.

-----/Åsa Ramberg

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Postadress
Box 7050
750 07 UPPSALA

Leveransadress
Ulls väg 31A
756 51 Uppsala

Telefon
018 - 67 30 34

Webb
www.ma.slu.se/omk

E-post (sektionschef)
Jenny.Kreuger@ma.slu.se

Figur 13. Analysprotokoll för iprodion och bitertanol i bäckens utflöde till Fyrisån (Nedre Föret). Analysen är utförd av laboratoriet på Institutionen för Miljöanalys, SLU Ultuna.

Tabell 10 visar den månatliga fungicidanvändningen på Kåbo golfbana. Utifrån dessa värden har figur 9 skapats.

Tabell 10. Månatlig fungicidanvändning på Kåbo golfbana i l/ha från juni 2005 till januari 2008

	Chipco Green [l/ha]	Baycor [l/ha]	Topsin [l/ha]
2005			
Juni	4	0,5	
Juli			
Augusti	4		0,4
September	4		
Oktober		4	0,7
November	8	1,5	
December			
2006			
Januari			
Februari			
Mars			
April	4	2	0,2
Maj			
Juni	2		0,4
Juli			
Augusti	5,6	5,7	0,3
September	4	1,5	0,3
Oktober	4		
November	4		
December	10		
2007			
Januari		9,1	
Februari			
Mars			
April	3	0,6	
Maj			
Juni	3,4		
Juli			
Augusti		3	0,5
September		1,2	0,3
Oktober		4	
November	6	1,5	0,3
December	8	4	0,4
2008			
Januari	4	1	0,02

Näringsämnen

Fosfor- och kväveprover togs 17 april 2008 (ett prov i vardera dammen, ett i grundvattnet och ett strax före bäckens utflöde i Fyrisån) och 7 maj 2008 (ett prov i vardera dammen). De första proverna togs innan första gödningen för säsongen tillsattes. De andra proverna togs 14 dagar efter första gödningen (23 april 10 l Ferrogreen) och 6 dagar efter andra gödningen (1 maj 1 l Phosfik). Proverna analyserades på laboratoriet vid Institutionen för Miljöanalys, SLU Ultuna. Figur 14 visar analysprotokoll med resultat och i figur 15 och 16 redovisas analysmetoderna.

Metaller

Ett metallprov togs 17 april 2008 i damm 2. Proverna analyserades på laboratoriet vid Institutionen för Miljöanalys, SLU Ultuna. Analysprotokoll med resultat redovisas i figur 14 och i figur 15 och 16 redovisas analysmetoderna.

Kod	TOC	NH4-N	NO2+ NO3	Tot-N	Tot-P	PO4-P																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
							[mg/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
							1	5,2	22	13	198	20	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

Slut på rapporten

*Laboratorier ackrediteras av Sveriges Lantbruksuniversitet enligt svensk lag.
Den ackrediterade verksamheten vid laboratoriet uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17025 (2005).
Denna rapport för endast därtill som beaktas, om inte annat anges i rapporten.

Postadress Box 7050 750 07 UPPSALA	Gatuadress Valvågen 3	Telefon 018 - 67 31 40 direkt 018 - 67 1000 växel	Telefax 018 - 67 31 56	E-mail Christian.Demandt@ma.slu.se
-------------------------------------------------	---------------------------------	----------------------------------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------------------

Figur 14. Analysresultat för TOC, kväve och fosfor i damm 1, i damm 2, i grundvattnet och i bäckens utflöde till Fyrisån (Nedre Föret) samt analysresultat för metaller i damm 2.

Ackrediterade analysmetoder (sötvatten)

Analysvariabel	Metod(referens)	Mätosäkerhet* %	Mätområde*
pH	SS 028122-2 mod	2	3--10
Konduktivitet	SS-EN 27888-1	3	0,1--100 mS/m
Kalcium	SS-EN ISO 11885 utg 1 Vista Ax instrumentmanualer	5	0,001--5,0 mekv/l
Magnesium	SS-EN ISO 11885 utg 1 Vista Ax instrumentmanualer	5	0,001--1,0 mekv/l
Natrium	SS-EN ISO 11885 utg 1 Vista Ax instrumentmanualer	5	0,001--3,0 mekv/l
Kalium	SS-EN ISO 11885 utg 1 Vista Ax instrumentmanualer	5	0,0005--0,3 mekv/l
Alkalinitet	SS-EN ISO 9963-2 utg.1 mod	4--8	0 --1 mekv/l
Aciditet	Standard Metods 16 th ed. 402 s 265-269	10--14	0--0,100 mekv/l
Sulfat	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod Manual till supressorkolonn.	6	0,01--1,7 mekv/l
Klorid	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod Manual till supressorkolonn.	8	0,004--0,6 mekv/l
Fluorid	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod Manual till supressorkolonn.	6	0,02--4 mg/l
Ammoniumkväve	Bran Luebbe Method No.: G-176-96 för AAIII	10--35	1--100 µg/l
Nitrit+Nitratkväve	SIS 028133-2 mod Bran Luebbe Method No.: G-287-02 för AAIII mod	10--20	1--700 µg/l
Kjeldahlkväve	Jönsson, E. Vattenhygien Nr1,1966, sid10-14. SIS 028134-1 mod	10--20	50--1000 µg/l
Totalkväve	SS-EN ISO 11905 mod. Bran Luebbe Method No.: J-002-88B	10--20	50--4000 µg/l
Fosfatfosfor	Bran Luebbe Method No.: G-176-96 för AAIII	8--19	1--25 µg/l
Totalfosfor	SS-EN ISO 6878:2005 mod Bran Luebbe Method No.: G-176-96 för AAIII	20--35	1-50 µg/l
COD-Mn	SS 028118-1 mod	5--15	1--10mg/l

*Mätosäkerhet Egen beräknad med täckningsfaktor 2
*Mätområde Analysbart haltområde utan spädning

Figur 15. Ackrediterade analysmetoder för sötvatten vilka används vid Institutionen för miljöanalys.

Ackrediterade analysmetoder (sötvatten)

Analysvariabel	Metod(referens)	Mätosäkerhet*	Mätområde*
Absorbans	Chalupa, Jiri, 1963. Humic acids in water. SS-EN ISO 7887 utg.1	4--12	0,001--1,0 abs. enh
Susp. material	SS-EN 872 utg.2 mod	10 20	>5 mg/l 1-5 mg/l
Kisel	Bran Luebbe Industrial Method No. G-177-96	9	0,5--8 mg/l
Totalt org. kol	SS-EN 1484 utg1 Shimadzu Instrumentmanualer	6	0,3--50 mg/l
Aluminium	SS-EN ISO 11885 utg 1 Vista Ax instrumentmanualer	8	5--2000 µg/l
Järn	SS-EN ISO 11885 utg 1 Vista Ax instrumentmanualer	5	5--2000 µg/l
Mangan	SS-EN ISO 11885 utg 1 Vista Ax instrumentmanualer	6	0,5 --2000 µg/l
Klorofyll	SS 028146-1	10	>0,5 µg/l
Syre	SS Fd, 028114-2 utg 2	6	0--20 mg/l
Aluminium	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer	12	0.4--2000 µg/l
Arsenik	"	10	0.03--20 µg/l
Kadmium	"	20	0.005--20 µg/l
Kobolt	"	16	0.006--20 µg/l
Krom	"	16	0.05--20 µg/l
Koppar	"	12	0.04--20 µg/l
Järn	"	10	10--2000 µg/l
Mangan	"	10	0.06--2000 µg/l
Nickel	"	14	0.05--20 µg/l
Bly	"	15	0.02--20 µg/l
Vanadin	"	10	0.03--20 µg/l
Zink	"	16	0.2--100 µg/l

*Mätosäkerhet Egen beräknad med täckningsfaktor 2
*Mätområde Analysbart haltområde utan spädning

Figur 16. Ackrediterade analysmetoder för sötvatten vilka används vid Institutionen för miljöanalys.

Syretillstånd

Totalorganiskt kol, TOC, provtogs och analyserades i samband med näringsämnen. Analysprotokoll med resultat redovisas i figur 12. Tabell 11 visar halterna totalorganiskt kol med klassbenämning.

Tabell 11. Totalorganiskt kol (TOC) i dammarna på Kåbo golfbana, i grundvattnet och vid Nedre föret. Klassbenämningen kommer från Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999)

Mätpunkt	TOC [mg/l]	Klassbenämning
Kåbo damm 1 17/4	21,3	mycket hög halt
Kåbo damm 2 17/4	22,1	mycket hög halt
Kåbo damm 1 7/5	12,1	hög halt
Kåbo damm 2 7/5	15,2	hög halt
Medelvärde dammarna på Kåbo Golfbana	17,7	mycket hög halt
Kåbo grundvatten 17/4	5,2	låg halt
Kåbo Nedre Föret 17/4	5,3	låg halt

Surhetstillstånd

pH mättes 17 april 2008. Proverna analyserades med hjälp av en standard pH-meter (PHM210, MeterLab). Tabell 12 visar pH-värdet i vattenproverna från de olika mätpunkterna och medelvärde för pH i vattendraget på golfbanan. Mätpunkterna 1-4 är tagna i dammarna och 5-10 är tagna på olika platser i bäcken på Kåbo golfbana. Grundvattenprovet togs från vattenpumparna på golfbanan och vattenprovet från Nedre föret togs i bäckens utlopp uppskattningsvis 200 m från Nedre föret i Fyrisån

Tabell 12. pH-värden i vattenprover tagna i dammarna, bäcken, grundvattnet och i bäckens utflöde vid Nedre Föret. Mätpunkterna 1-10 är prover tagna i dammarna och bäcken och för dessa redovisas ett medelvärde

Mätpunkt	pH
1	7,68
2	7,67
3	7,55
4	7,57
5	7,03
6	6,81
7	6,81
8	7,05
9	7,15
10	7,13
Medelvärde för mätpunkterna 1-10	7,25
Grundvatten	8,02
Nedre föret	8,15

Appendix III

Sedimentprov

Sedimentprover togs 7 maj 2008. Proverna togs med hjälp av en rörhämtare av Willnertyp, polykarbonatrör med innerdiameter 64 mm. Resultaten analyserades på Institutionen för ekologi och evolution, avdelning Limnologi vid Uppsala Universitet.

Metodiken redovisades av laboratoriet som följer:

1 ml av överstående vatten späds till 10 ml varefter fosfat-fosfor bestäms enligt Murphy&Riley(1962).

Referenser:

Andersen J. M. 1976. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. Water Research Vol.10 329-331

Murphy J. & J.P Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal.Chim. Acta. 27:31-36.

Kol/kväve, Sediment:

Carlo Erba NA1500

Carlo Erba Strumentazione

Strada Rivoltana

20090 Rodano (Milan)

ITALIEN

6-18 mg torkat prov vägdes in i tennkapslar.

Katalytisk förbränning vid hög temperatur (1000 gr C) medför en fullständig oxidation till CO₂, H₂O, N₂ och N_xO_y.

Kväveoxiderna reduceras till N₂ med hjälp av koppar (tunn tråd klippt i bitar).

H₂O avlägsnas vid passage av torkmedel (magnesiumperklorat) varefter CO₂ och N₂ separeras i en kromatografikolonn.

Gaserna passerar en termisk konduktivitetsdetektor och ger upphov till en elektrisk signal som är proportionell mot koncentrationen.

Den analoga signalen omvandlas till en digital som sedan behandlas med hjälp av ett datorprogram (Eager 200, CE Instruments).

Analysresultaten redovisas i tabell 13.

Tabell 13. Resultat från sedimentanalys
Sedimentundersökning **maj**
Kåbo golfbana **2008**

Prov	Fosfor	Kväve	Kol	C:N	C:P
	% av torrsvikt				
Bäck 1	0,074	0,77	8,6	11	116
Bäck 1	0,081	0,73	9,9	14	122
Bäck 2	0,088	1,01	12,5	12	142
Bäck 2	0,085	0,81	9,8	12	115
Bäck 3	0,093	0,97	14,0	14	151
Bäck 3	0,090	1,00	14,4	14	160
Damm 1	0,072	0,63	6,5	10	90
Damm 1	0,074	0,63	6,7	11	91

Appendix IV

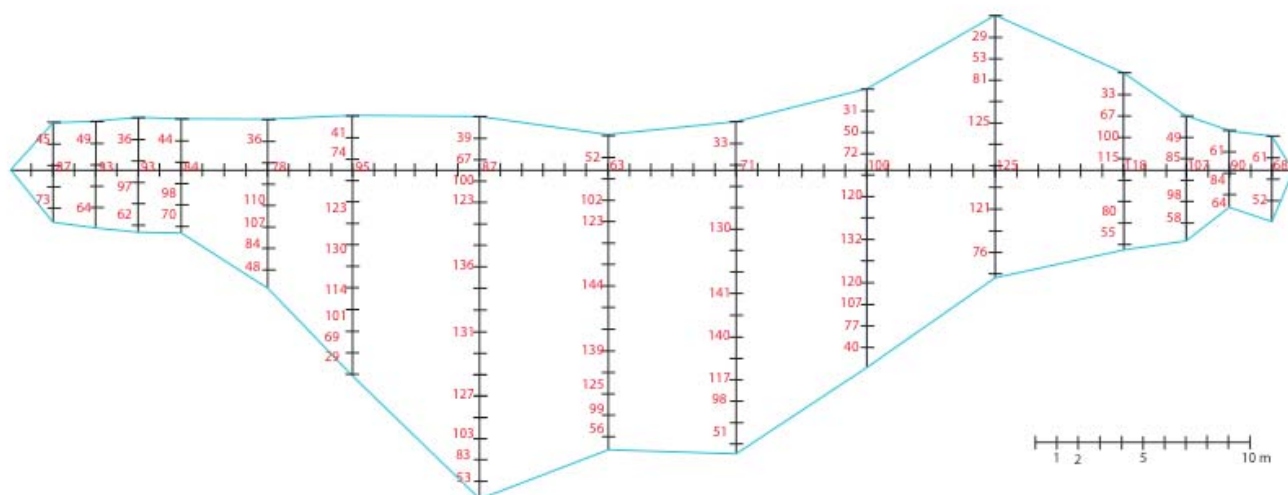
Vattenfysik

Dammvolym

Dammarnas volym mättes 17 april 2008 i damm 2 och 18 april 2008 i damm 1. Vattenståndet var vid denna tidpunkt högt. Måttband spändes upp tvärs över dammarna och djupet mättes på ett antal olika ställen med hjälp av ett metallrör med ett måttband på. Metallröret hade en bottenplatta med en diameter på cirka 15 cm för att den inte skulle sjunka rätt igenom bottensedimentet. Mätningen utfördes i vadarbyxor där djupet tillät det och i gummibåt där vattnet var för djupt.

Damm 1

Figur 17 visar det rutnät som skapades över damm 1. Röda siffror visar på djupet i punkten i centimeter.

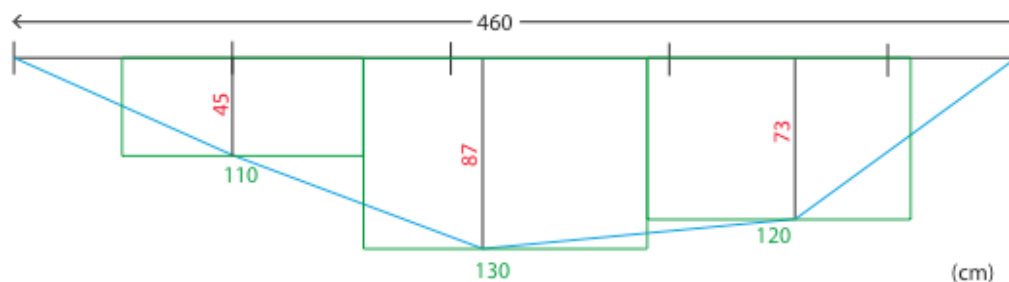


Figur 17. Djup i centimeter damm 1.

Tvärssnittsareor räknades ut. Dessa fick sedan representera en viss bredd av dammen och på så vis räknades en volym fram.

Exempel tvärssnitt 1:

Tvärssnittet delades upp enligt figur 18. De gröna rektanglarnas areor räknades ut och adderades, för att få tvärssnittets area. Tvärssnitt 1 låg 2 m från stranden och 2 m från nästa tvärssnitt (se figur 17), det fick därför representera en dammbredd på 2 m ($2 \text{ m}/2 + 2 \text{ m}/2 = 2 \text{ m}$).



Figur 18. Tvärssnitt 1.

Tvärsnitt 1

$$A = 45 \cdot 110 + 87 \cdot 130 + 73 \cdot 120 = 25020 \text{ cm}^2$$

$$b = 200 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 25020 \text{ cm}^2 \cdot 200 \text{ cm} = 5004000 \text{ cm}^3 = 5,004 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 2

$$A = 49 \cdot 115 + 93 \cdot 200 + 64 \cdot 210 = 37675 \text{ cm}^2$$

$$b = 200 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 37675 \text{ cm}^2 \cdot 200 \text{ cm} = 7535000 \text{ cm}^3 = 7,535 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 3

$$A = 36 \cdot 125 + 93 \cdot 125 + 97 \cdot 100 + 62 \cdot 100 = 32025 \text{ cm}^2$$

$$b = 200 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 32025 \text{ cm}^2 \cdot 200 \text{ cm} = 6,405000 \text{ cm}^3 = 6,405 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 4

$$A = 44 \cdot 120 + 84 \cdot 165 + 70 \cdot 145 = 29290 \text{ cm}^2$$

$$b = 300 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 8787000 \text{ cm}^3 = 8,787 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 5

$$A = 36 \cdot 120 + 78 \cdot 135 + 110 \cdot 125 + 107 \cdot 100 + 84 \cdot 100 + 48 \cdot 100 = 52500 \text{ cm}^2$$

$$b = 400 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 21000000 \text{ cm}^3 = 21 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 6

$$A = 41 \cdot 100 + 74 \cdot 80 + 95 \cdot 110 + 123 \cdot 180 + 130 \cdot 200 + 114 \cdot 150 + 101 \cdot 100 + 69 \cdot 100 + 29 \cdot 100 = 90220 \text{ cm}^2$$

$$b = 500 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 45110000 \text{ cm}^3 = 45,11 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 7

$$A = 39 \cdot 100 + 67 \cdot 100 + 100 \cdot 100 + 123 \cdot 200 + 136 \cdot 300 + 131 \cdot 300 + 127 \cdot 240 + 103 \cdot 140 + 83 \cdot 100 + 53 \cdot 100 = 183800 \text{ cm}^2$$

$$b = 600 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 110280000 \text{ cm}^3 = 110,28 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 8

$$A = 52 \cdot 85 + 63 \cdot 100 + 102 \cdot 115 + 123 \cdot 200 + 144 \cdot 300 + 139 \cdot 235 + 125 \cdot 135 + 99 \cdot 100 + 56 \cdot 100 = 155290 \text{ cm}^2$$

$$b = 600 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 93174000 \text{ cm}^3 = 93,174 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 9

$$A = 33 \cdot 115 + 71 \cdot 200 + 130 \cdot 285 + 141 \cdot 250 + 140 \cdot 200 + 117 \cdot 150 + 98 \cdot 125 + 51 \cdot 125 = 154470 \text{ cm}^2$$

$$b = 600 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 92682000 \text{ cm}^3 = 92,682 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 10

$$A = 31 \cdot 100 + 50 \cdot 100 + 72 \cdot 90 + 100 \cdot 100 + 120 \cdot 160 + 132 \cdot 200 + 120 \cdot 150 + 107 \cdot 100 + 77 \cdot 100 + 40 \cdot 100 = 110580 \text{ cm}^2$$

$$b = 600 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 66348000 \text{ cm}^3 = 66,348 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 11

$$A = 29 \cdot 100 + 53 \cdot 100 + 81 \cdot 150 + 125 \cdot 215 + 125 \cdot 118 + 121 \cdot 185 + 76 \cdot 165 = 104650 \text{ cm}^2$$

$$b = 600 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 62790000 \text{ cm}^3 = 62,79 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 12

$$A = 33 \cdot 100 + 67 \cdot 100 + 100 \cdot 100 + 115 \cdot 165 + 80 \cdot 165 + 55 \cdot 105 = 57675 \text{ cm}^2$$

$$b = 450 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 25953750 \text{ cm}^3 = 25,95375 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 13

$$A = 49 \cdot 100 + 85 \cdot 75 + 107 \cdot 90 + 98 \cdot 115 + 58 \cdot 100 = 37975 \text{ cm}^2$$

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 9493750 \text{ cm}^3 = 9,49375 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 14

$$A = 61 \cdot 95 + 90 \cdot 80 + 84 \cdot 85 + 64 \cdot 100 = 26535 \text{ cm}^2$$

$$b = 200 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 5307000 \text{ cm}^3 = 5,307 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 15

$$A = 61 \cdot 80 + 68 \cdot 100 + 52 \cdot 120 = 17920 \text{ cm}^2$$

$$b = 150 \text{ cm}$$

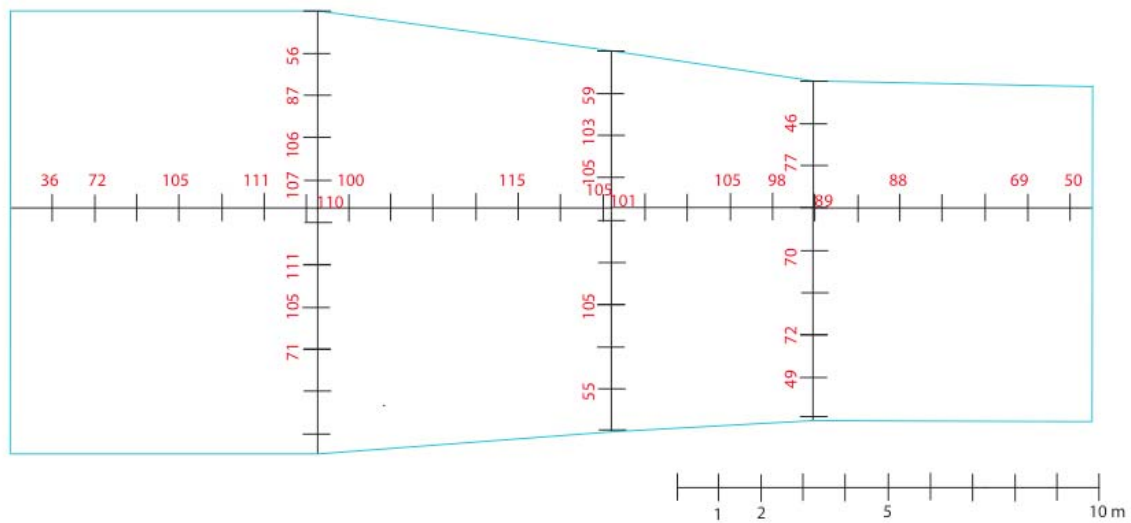
$$V = A \cdot b = 2688000 \text{ cm}^3 = 2,688 \text{ m}^3$$

Total volym damm 1:

$$V = 5,004 + 7,535 + 6,405 + 8,787 + 21 + 45,11 + 110,28 + 93,174 + 92,682 + 66,348 + 62,79 + 25,95375 + 9,49375 + 5,307 + 2,688 \approx \mathbf{563 \text{ m}^3}$$

Damm 2

Figur 19 visar det rutnät som skapades över damm 2. Röda siffror visar på djupet i punkten i cm. Volymsberäkningen utfördes på samma sätt som för damm 1.



Figur 19. Djup i centimeter i damm 2.

Tvärsnitt 1

$$A = 56 \cdot 100 + 87 \cdot 100 + 106 \cdot 100 + 107 \cdot 85 + 110 \cdot 100 + 111 \cdot 115 + 105 \cdot 100 + 71 \cdot 125 = 77135 \text{ cm}^2$$

$$b = 710 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 54765850 \text{ cm}^3 = 54,76585 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 2

$$A = 59 \cdot 100 + 103 \cdot 100 + 105 \cdot 90 + 101 \cdot 250 + 105 \cdot 210 + 55 \cdot 150 = 81200 \text{ cm}^2$$

$$b = 585 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 47502000 \text{ cm}^3 = 47,502 \text{ m}^3$$

Tvärsnitt 3

$$A = 46 \cdot 100 + 77 \cdot 100 + 89 \cdot 100 + 78 \cdot 150 + 72 \cdot 150 + 49 \cdot 100 = 38600 \text{ cm}^2$$

$$b = 565 \text{ cm}$$

$$V = A \cdot b = 21809000 \text{ cm}^3 = 21,809 \text{ m}^3$$

Total volym damm 2

$$54,76585 + 47,502 + 21,809 \approx \mathbf{124 \text{ m}^3}$$

Dammvolym

Total volym damm 1 och damm 2

$$563 \text{ m}^3 + 124 \text{ m}^3 = \mathbf{687 \text{ m}^3}$$

Vattenyta

Dammarnas yta uppskattades med hjälp av figur 14 och 15 till cirka 600 m² för damm 1 och cirka 200 m² för damm 2. Detta ger en gemensam yta på cirka 800 m².

Kronbäckens yta uppskattades genom att dess längd uppskattades till 300 m och dess genomsnittliga bredd till 2,5 meter till 750 m².

Detta ger en total vattenyta på golfbanan av cirka 1550 m².

Vattennivåskillnad (volymmätningar)

Dammarnas yta: 800 m²
Volymsskillnad: 687 – 300 m³ = 387 m³
Skillnad i vattennivå: 387/800 = 0,48 m ≈ 50 cm

Vattenföring

Vattenföringen mättes vid två tillfällen. Dels 22 april 2008, dels 22 maj 2008. En sträcka på en meter mättes upp i en del av bäcken där kanterna var jämna. Därefter slängdes en flottör i uppströms från den uppmätta sträckan och tiden det tog för flottören att förflytta sig sträckan noterades. Detta upprepades fem gånger och ett medelvärde räknades ut. Denna hastighet, vilken fick representera den maximala ythastigheten (v_{\max}), korrigerades med hjälp av en konstant (k) för att få ett värde på medelhastigheten för hela sektionen. Två tvärsnittsareor mättes upp i sektionen och ett medelvärde för dessa räknades ut (A_{medel}). Denna multiplicerades med hastigheten för att få ett värde på vattenföringen (Q).

$$Q = k \times v_{\max} \times A_{\text{medel}}$$

K-värdet bestäms av bottenens beskaffenhet. Det får ett värde mellan 0,5 och 0,8 beroende på om botten är mycket ojämn (0,5) eller jämn och konstgjord (0,8).

Metoden som användes finns beskriven i *Vattenföringsbestämning vid vattenundersökningar* utgiven av SMHI och Naturvårdsverket (1979).

Uträkning mätning 1:

v_{\max} : sträcka: 1 m
tid_{medel}: (33+22+37+26+27)/5 = 29 s
 v_{\max} : 1 m/ 29 s ≈ 0,0345 m/s

k: uppskattas till 0,6 (något ojämn botten; sten)

A_{medel} : sektion A1:

$$\left(\frac{8 + 30 + 38 + 46 + 51 + 58 + 63 + 64 + 65 + 66 + 59 + 53 + 48 + 37 + 23}{15} \right) \times 320 = 15125 \text{ cm}^2 = 1,5125 \text{ m}^2$$

sektion A2:

$$\left(\frac{11 + 27 + 41 + 54 + 43 + 54 + 54 + 60 + 60 + 59 + 57 + 62 + 67 + 53 + 31}{15} \right) \times 330 = 16126 \text{ cm}^2 = 1,6126 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{medel}}: \frac{1,5125 + 1,6104}{2} = 1,56255$$

Flöde: $Q = 0,6 * 0,0345 * 1,56255 \approx 0,032 \text{ m}^3/\text{s}$

Uträkningen utfördes på samma sätt för den andra mätningen.
 Detta gav ett flöde på $Q \approx 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$

Medelflöde: $(0,032 + 0,011)/2 = 0,0215 \text{ m}^3/\text{s}$
 med 70 % felmarginal: $0,0215 * 0,7 = 0,01505$

$$Q = 0,0215 \pm 0,01505 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0,0065 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q \leq 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mätningarna för vattenflödet gjordes vid senare datum än de övriga mätningarna och provtagningarna eftersom vindhastigheten var för hög för att få ett representativt värde de tidigare dagarna.

Retentionstid

Flöde: $0,0065 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q \leq 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$
 $V_{\text{dammarna}}: 687 \text{ m}^3$
 Retentionstid (R): $687/0,0065 \leq R \leq 687/0,037$
 $105692 \text{ s} \leq R \leq 18568 \text{ s}$
 $29 \text{ h} \leq R \leq 5 \text{ h}$

Denna serie rapporter (ISSN **1653-6797**) utges av Avdelningen för hydroteknik, Institutionen för markvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala med början 2006. Serien publiceras endast elektroniskt och ersätter den tidigare tidskriftsserien Avdelningsmeddelanden (ISSN 0282-6569) utgiven mellan åren 1981-2004.

This series of Reports (ISSN **1653-6797**) is published by the Division of Hydrotechnics, Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, starting in 2006. The reports are only published electronically and are replacing the former series of Communications (ISSN 0282-6569).